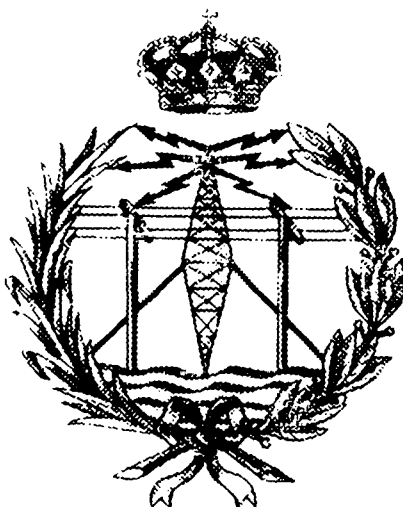


UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

ESCUELA UNIVERSITARIA DE INGENIERIA

TECNICA DE TELECOMUNICACION



TRABAJO FIN DE CARRERA

**TITULO : ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO DEL
ESTUDIO Y CONTROL DE UNA EMISORA
DE RADIO, CON GENERADOR ESTEREO**

ESPECIALIDAD : IMAGEN Y SONIDO

AUTOR : FRANCISCO PADILLA CRUZ

TUTOR : EDUARDO HERNANDEZ PEREZ

FECHA : 15 DE FEBRERO DE 1990

Firma del autor: Firma del tutor:

Firmas del tribunal:

A mis padres por su
apoyo en toda la
carrera

Agradezco la colaboración de mis
compañeros de piso; así como a todas
aquellas personas que han colaborado en
la realización de este trabajo de fin de
carrera.

INDICE

PRIMERA PARTE: DISEÑO ACUSTICO DE UNA EMISORA DE RADIO

0. INTRODUCCION.....	8
1. CARACTERISTICAS ACUSTICAS DE LA VOZ.....	11
1.1. CARACTERISTICAS ACUSTICAS.....	12
2. EL OIDO, SU MECANISMO Y CARACTERISTICAS ACUSTICAS..	15
2.1. Recepción.....	15
2.2. Transmisión.....	16
2.3. Percepción.....	17
2.1. CARACTERISTICAS DE LA AUDICION.....	19
2.1.1. Umbral de audición.....	19
2.1.2. Tono de los sonidos.....	20
2.1.3. Niveles acústicos.....	21
2.1.4. Timbre de los sonidos.....	24
2.2. RUIDO Y MOLESTIAS AUDITIVAS.....	24
2.2.1. Ruido blanco.....	24
2.2.2. Ruido Rosa.....	24
2.2.3. Ruido al azar.....	25
2.2.4. Ruido impulsivo.....	25
2.3. EFECTO DE ENMASCARAMIENTO.....	27
2.4. AUDICION BINAURICULAR.....	28
3. CONCEPTOS DE ABSORCION SONORA Y TIEMPO DE REVERBERACION.....	30
3.1. ABSORCION SONORA.....	30
3.2. TIEMPO DE REVERBERACION.....	31
4. INTRODUCCION A LA GRABACION DE LA PALABRA.....	32

5. DIMENSIONES, FORMA Y TRATAMIENTO	
ACUSTICO DEL ESTUDIO DE RADIO.....	37
6. PROCEDIMIENTO TEORICO DEL	
DISEÑO DE ESTUDIOS DE RADIO.....	42
6.1. Determinación del volumen del estudio.....	44
6.2. Determinación de la forma del estudio.....	45
6.3. Determinación de las dimensiones.....	45
6.4. Determinación del área de	
todas las superficies laterales.....	46
6.5. Determinación del tiempo de reverberación	
apropiado al volumen del recinto	
para frecuencias medias.....	46
6.6. Determinación del tiempo de	
reverberación existente en el	
recinto, para diferentes frecuencias.....	47
6.7. Determinación de la	
absorción sonora total necesaria.....	47
6.8. Determinación de la absorción	
sonora existente en el estudio.....	48
6.9. Selección de materiales adecuados para	
poder eliminar la diferencia entre la	
absorción sonora necesaria y la existente.....	49
6.10. Determinación del tiempo de	
reverberación final del estudio.....	49
6.11. Determinación de la posición de los	
materiales absorbentes o construcciones.....	50

6.12. Diseño del alumbrado.....	50
6.13. Diseño del sistema de aire acondicionado.....	51
6.14. Cálculo del nivel	
total de ruido en el recinto.....	51
7. DISEÑO ACUSTICO PRACTICO DE LA EMISORA DE RADIO....	53
7.1. DISEÑO DEL ESTUDIO.....	59
7.1.1. Determinación de la forma, dimensiones, volúmen y área del estudio.....	59
7.1.2. Determinación del tiempo de reverberación apropiado.....	60
7.1.3. Determinación de la absorción sonora necesaria.....	61
7.1.4. Determinación de la absorción sonora existente en el estudio, sin tratar acústicamente, así como del tiempo de reverberación.....	63
7.1.5. Determinación de los materiales a emplear y su distribución en el recinto.....	68
7.1.6. Diseño del sistema de alumbrado.....	73
7.1.6.1. Sistema sin empotrar.....	74
7.1.6.1.1. Philips.....	74
7.1.6.1.2. Mazda.....	76
7.1.6.2. Sistema empotrado.....	77
7.1.6.2.1. Philips.....	77

7.1.6.2.2. Mazda.....	79
7.1.7. Diseño del sistema de aire acondicionado.....	80
7.1.8. Forma y tipo del suelo del recinto.....	82
7.1.9. Puertas.....	83
7.1.10. Características del techo.....	85
7.1.11. Características de la pecera.....	86
8. PRESUPUESTO.....	88
8.1. ILUMINACION.....	88
8.1.1. ILUMINACION NO EMPOTRABLE.....	88
8.1.1.1. PHILIPS.....	88
8.1.1.2. MAZDA.....	89
8.1.2. ILUMINACION EMPOTRABLE.....	90
8.1.2.1. PHILIPS.....	90
8.1.2.2. MAZDA.....	91
8.2. ACONDICIONAMIENTO DEL ESTUDIO Y CONTROL.....	92
8.2.1. MADERA CONTRACHAPADA.....	92
8.2.2. MADERA DE PINO "INSIGNIS".....	92
8.2.3. PARED.....	93
8.2.4. ESTRUCTURA CLIMALIT PARA PECERA.....	93
8.3. ACONDICIONAMIENTO DEL SUELO.....	94
8.3.1. GOMA DEL SUELO.....	94
8.3.2. ESTRUCTURA DE MADERA.....	94
8.3.3. PANELES PF DE ISOVER.....	94
8.3.4. MOQUETA DEL SUELO.....	94
8.3.5. GOMA PARA AISLAR LAS ESQUINAS.....	95

8.4. ACONDICIONAMIENTO DEL TECHO.....	95
8.5. AIRE ACONDICIONADO.....	96
8.6. PUERTAS DEL ESTUDIO, CONTROL Y PASILLO.....	96
8.7. PRESUPUESTO TOTAL.....	97
9. LOCALIZACION DE LOS MATERIALES.....	98
9.1. MADERA.....	98
9.2. PANELES PF DE ISOVER Y TECHO.....	98
9.3. MOQUETA DEL SUELO Y GOMA PARA AISLARLO.....	98
9.4. PUERTAS.....	99
9.5. AIRE ACONDICIONADO.....	99
9.6. ILUMINACION.....	99

APENDICES

A. CARACTERISTICAS DEL AIRE ACONDICIONADO Y DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....	101
B. CARACTERISTICAS DE MATERIALES ACUSTICOS.....	119

SEGUNDA PARTE: CODIFICADOR DE FM

0. INTRODUCCION.....	163
1. PRINCIPIOS DE LA SEÑAL MULTIPLEX.....	164
2. DIAGRAMA DE BLOQUES.....	171
3. ESQUEMA ELECTRICO DEL GENERADOR DE SEÑAL ESTEREO... 173	
3.1. SECCION DE LOS FILTROS PASO BAJO, REDES DE PREACENTUACION Y REDES SUMA Y DIFERENCIA.....	176

3.2. SECCION DEL OSCILADOR Y LAS REDES DE CONVERSION DE SEÑAL CUADRADA A SENOIDAL.....	179
3.3. SECCION DEL MODULADOR, SUMADOR TOTAL Y AMPLIFICACION FINAL.....	182
3.4. SECCION DE LOS VUMETROS.....	186
3.5. SECCION DEL COMPROBADOR DE 19 KHz.....	188
3.6. SECCION DE LA FUENTE DE ALIMENTACION.....	191
4. AJUSTE.....	194
5. DATOS TECNICOS.....	198
6. INVENTARIO DE COMPONENTES Y PRESUPUESTO.....	200
BIBLIOGRAFIA	213

APENDICES

A. PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO.....	217
B. RECOMENDACIONES E INFORMES DEL CCIR.....	227
C. SISTEMAS DE TRANSMISION DE DATOS POR FM.....	254
D. CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS.....	272

PRIMERA PARTE
ACONDICIONAMIENTO ACUSTICO DEL ESTUDIO Y
CONTROL DE UNA EMISORA DE RADIO

0. INTRODUCCION

El objetivo de esta parte del proyecto es la construcción del estudio y control de una emisora de radio.

El acondicionamiento de recintos es una parte de la acústica; que estudia la forma y constitución de un local para que la audición del sonido allí generado sea inteligible o contenga el efecto deseado.

En este proyecto, vamos a hacer incapié en la parte de esta ciencia que se dedica a acondicionar locales.

El tipo de acondicionamiento depende de varias cosas; entre ellas, del tipo de recinto que se quiere (este puede ser un estudio de grabación; un estudio de radio; un despacho; etc..); en nuestro caso es un estudio de radio. Tambien depende del volúmen de dicho local (no es lo mismo la acústica de un local de 200 m³ que la de uno de 500 m³). Entre otros parametros, depende de los tipos de materiales empleados en la construcción de dicho recinto; ya que la acústica no es la misma para un tipo de material que para otro; de ahí que se utilizen en acústica una serie de parametros para indicar el coeficiente de absorción de un tipo de material u otras características que dependen del material empleado y, que no son iguales para todos los materiales.

Los problemas más importantes que los especialistas de sonido, deben resolver, al tratar de diseñar los diferentes estudios de grabación sonora, son

principalmente dos. El primero consiste en obtener un buen aislamiento, tanto contra el ruido aéreo como contra vibraciones, entre el estudio de grabación y los locales adyacentes. Para ello, es necesario tener en cuenta en el momento del diseño, las leyes fundamentales de la acústica, considerando los materiales que se emplean para construir las paredes divisorias, el espesor de las mismas, la existencia de paredes dobles, etc..

El segundo punto a tener en cuenta es el de obtener un buen acondicionamiento acústico de los estudios, con un grado de difusión sonora uniforme en todos los puntos del mismo, considerando que sus propiedades acústicas se deben a las reflexiones de las ondas sonoras en todas las superficies límites (paredes laterales, suelo y techo), fijándose en que el valor del tiempo de reverberación sea idóneo en cada caso.

Los primeros experimentos en nuestro país sobre radio, se remontan a 1904, estableciéndose las primeras comunicaciones por radio, siendo implantado a nivel nacional en 1907, apareciendo las primeras estaciones radioeléctricas. A lo largo de los años, va evolucionando la técnica, y en 1920 se retransmite un concierto desde el Palacio de Exposición, siendo escuchado por el público en un solo receptor en el Paraninfo de la Universidad de Valencia. En los años siguientes, van apareciendo una gran cantidad de emisoras, experimentando un gran desarrollo en la guerra civil, en la que la información pública adquirió una extraordinaria

importancia.

En 1940 empezó un nuevo desarrollo de la radio en España, tanto en las emisoras públicas como las privadas, apareciendo en 1957 la primera emisora de frecuencia modulada española.

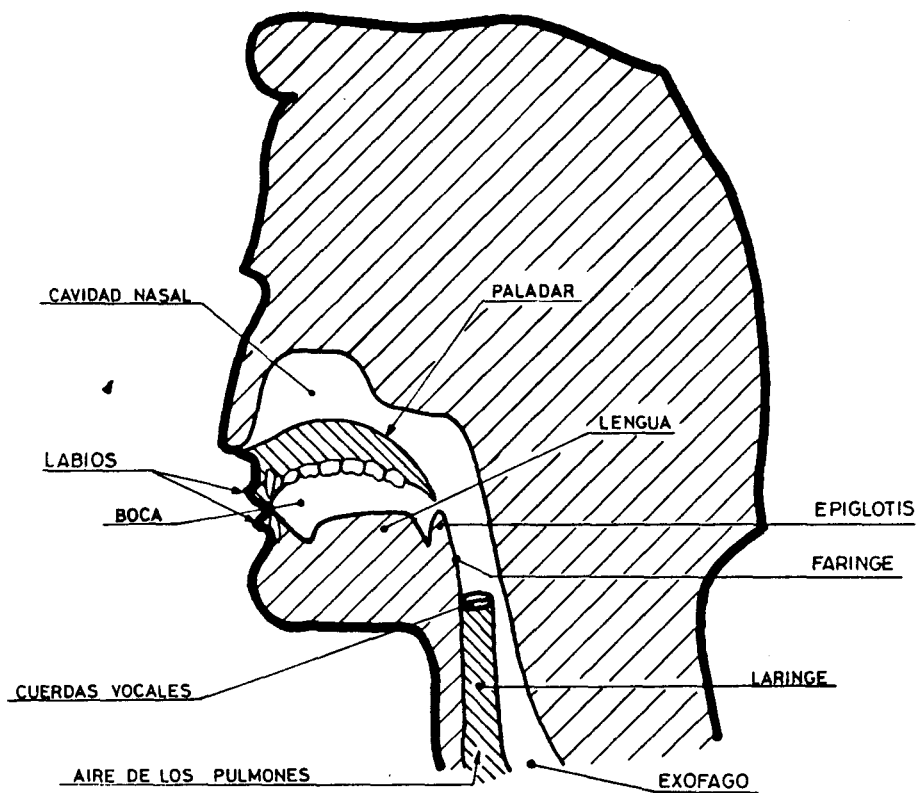
Los principios para grabación de la palabra y de la música, tienen aplicación en radio, televisión, estudios cinematográficos, empresas discográficas, etc. Los estudios de radio se emplean para grabar diferente programación, como son los boletines informativos, los dramáticos, documentales, de entretenimiento, así como las diferentes maneras de realizar periodismo vivo. La propiedad característica de estos estudios, es que cuanto se diga en ellos debe oírse clara y distintamente, y que el timbre de voz de quienes hablen no varie.

En los estudios de radio los recintos para grabación de programas musicales, pretenden transmitir la música con gran calidad, tratando de convertirse en una gran sala de conciertos, abierta a la "gran audiencia", formada por todos los radioyentes, con el fin de transmitir diferentes formas de cultura.

1. CARACTERISTICAS ACUSTICAS DE LA VOZ

El órgano de la voz, como generador de la misma, se puede dividir en tres grandes unidades que son:

- a) los pulmones que aportan la energía
- b) los pliegues vocales, que funcionan como oscilador
- c) el aparato vocal que es una caja de resonancia



Sección de la cabeza, presentando los mecanismos de la voz

1.1. CARACTERISTICAS ACUSTICAS

El aparato vocal es un conjunto de resonadores, de tal manera, que cuando existe coincidencia entre la frecuencia de un resonador y la de un sonido, este se atenúa menos que otros sonidos que no presentan esa coincidencia, de tal forma que se emiten con más fuerza que cuando no hay coincidencia. El aparato vocal tiene 4 ó 5 resonancias importantes llamadas "formants". Cuando la señal de la voz tiene una frecuencia próxima o coincidente con la de algún formant, mayor es su amplitud al abrir los labios. La presencia de los formants, rompe la uniformidad de la envoltura del espectro del manantial de la voz, esta perturbación origina distintos sonidos. Las frecuencias de los formants aparecen en el espectro, como máximos en la envoltura, que son característicos de sonidos particulares.

Las frecuencias de los formants se determinan por la forma del aparato vocal, que se podría considerar como un cilindro perfecto cerrado en la glotis, abierto por los labios y con una longitud de unos 17,5 cm. Cada formant está asociado con una onda de distinta duración, pudiendo considerarla como una onda de presión cuya amplitud tiene un máximo cerca del final de la glotis, y un mínimo en los labios abiertos. El formant más bajo corresponde a una longitud de $\lambda/4$ dentro del aparato vocal. De forma análoga, el segundo, tercero o cuarto formant, corresponden respectivamente a las longitudes de $3\lambda/4$, $5\lambda/4$ y $7\lambda/4$.

Cualquier cambio en la sección transversal del aparato vocal, altera las frecuencias del formant individual, dependiendo la dirección de la alteración del lugar donde se origine a lo largo de la onda.

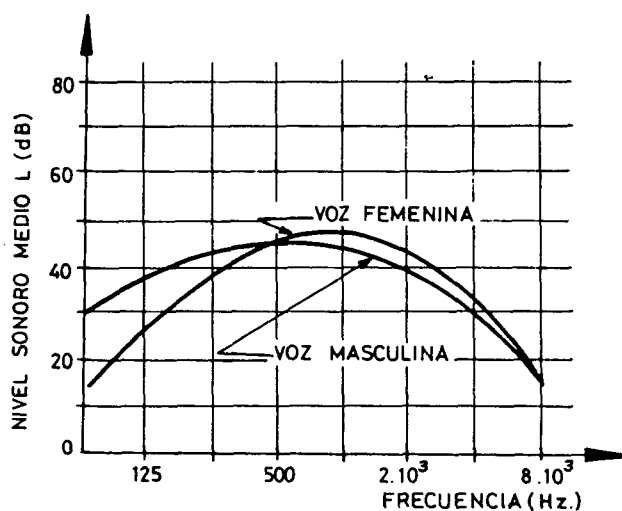
Existen, sin embargo, tres elementos que pueden alterar la forma del aparato, de tal manera, que la frecuencia de un formant va dirigida en una dirección especial. Estos tres elementos son la mandíbula, la lengua y la punta de la lengua. El movimiento de la mandíbula, que puede cerrar el aparato vocal hacia el final de la glotis y dilatarlo hacia el final de los labios, es decisivo, sobre todo para la frecuencia del primer formant, que es más alta cuando la mandíbula esta abierta.

El segundo formant, depende de la forma de la lengua, mientras que el tercero lo hace de la posición de la punta de la lengua. El movimiento de los diferentes órganos de articulación en varias direcciones, cambia la frecuencia de los dos formants más bajos, que en la media de los adultos va de 250 a 700 Hz. para el primer formant, y de 700 a 2500 Hz. para el segundo. Al hablar y cantar, se mueven los órganos de articulación, actuando sobre los formants para cambiar sus frecuencias. Cada elemento de articulación, corresponde a un adelanto en las frecuencias del formant, que se asocia con un sonido de distinta vocal.

La frecuencia fundamental más baja es una característica

individual, situándose los resultados entre 110 y 133 Hz. para los hombres, mientras que para las mujeres está comprendido entre 188 y 229 Hz. Por consiguiente, si se desea reproducir fielmente la voz, deberán reproducirse las frecuencias de 60 a 10000 Hz, siendo esenciales de 200 a 6000 Hz.

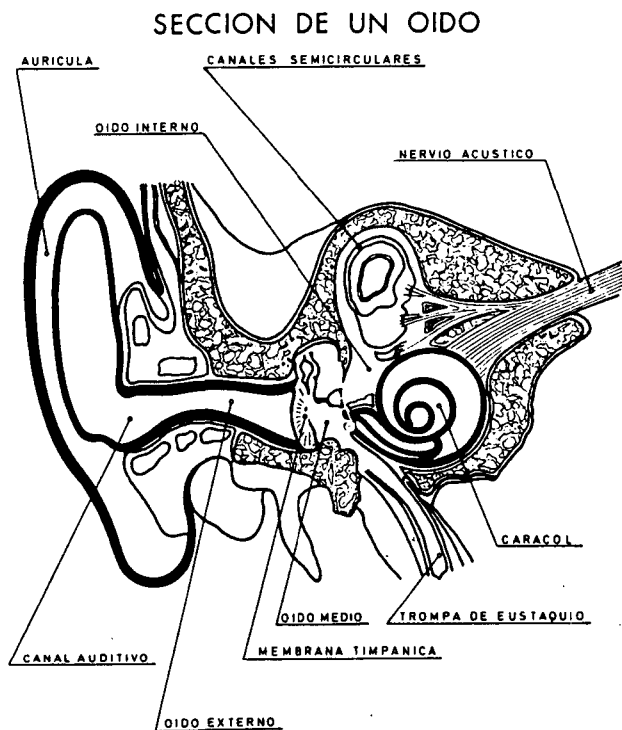
La potencia media de la palabra emitida por una persona a nivel de conversación, es de unos 10 microvatios, medida en un intervalo de tiempo de 2 ó 4 segundos. Cuando se habla elevando la voz todo lo posible, sin forzar las cuerdas vocales, la potencia media de la palabra es de unos 1000 microvatios, mientras que a nivel de susurro es de 0,001 microvatios.



Distribución con la frecuencia del nivel de la potencia acústica media, emitida por un hombre o una mujer hablando en tono normal.

2. EL OIDO, SU MECANISMO Y CARACTERISTICAS ACUSTICAS

De acuerdo con su constitución anatómica el oído se divide en tres partes: 1 oído externo; 2 oído medio; 3 oído interno.



Corte esquemático del oído

Vamos a dividir el mecanismo de audición en tres partes perfectamente diferenciadas: a) recepción, b) transmisión, y c) percepción.

2.1. recepción: La onda sonora incide en primer lugar sobre el pabellón auditivo, cuya misión es la de captar los sonidos, y transmitirlos después de reforzarlos, además el pabellón juega un papel en la orientación auditiva. La función del pabellón en la orientación depende de tres factores: la intensidad del sonido, la fase de las ondas y el tiempo que

tarda la onda en llegar al cerebro.

El fenómeno de audición normal en los seres humanos da lugar a un efecto de difracción de las ondas acústicas, debido al obstáculo representado por la cabeza. Si las ondas sonoras son de gran frecuencia, o sea la longitud de onda pequeña frente a las dimensiones de la cabeza, por lo que ésta da lugar a una diferencia de intensidad entre los sonidos percibidos por cada oído. Pero si los sonidos son de baja frecuencia, es decir de gran longitud de onda, frente a las dimensiones de la cabeza, lo que se observa es una diferencia de fase, es decir diferencia de tiempo entre los dos oídos.

El efecto del canal auditivo es el de reforzar aún más la presión, mediante continuas reflexiones de las ondas a lo largo de las paredes del mismo. La membrana timpánica presenta propiedades opuestas, un cierto grado de rigidez y, a su vez, la posibilidad de deformarse, sin modificación de las características mecánicas y acústicas. Como vemos el oído no es un transductor fiel, ya que aporta distorsiones lineales y no lineales que originan armónicos y sonidos subjetivos que tienden a enriquecer la onda sonora.

2.2. transmisión: La transmisión del sonido se efectúa en primer lugar a través de la cadena de huesecillos, que realizan una función doble, la de adaptadora y la de protectora. La onda sonora pasa de un medio aéreo a otro líquido, por lo que es necesario un sistema adaptador,

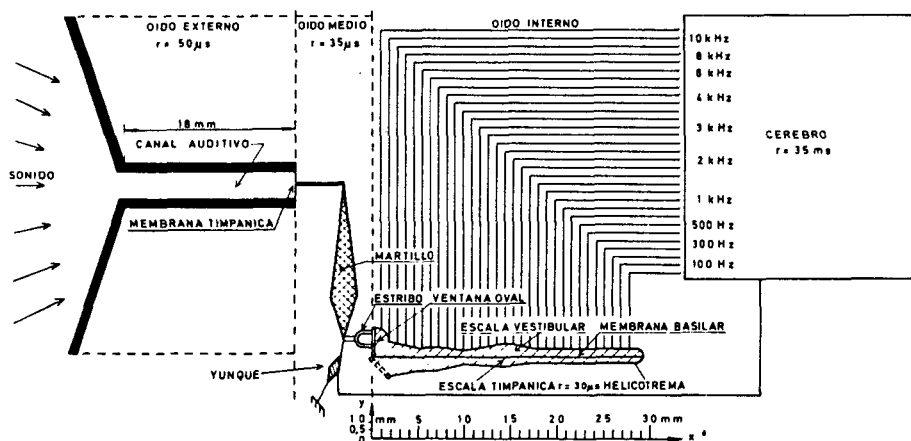
constituido en este caso por la cadena ósea. Si la diferencia de resistencia acústica es grande, el coeficiente de transmisión es muy pequeño, presentándose este caso, al pasar una onda sonora de un medio gaseoso a otro líquido, es decir como en el caso del oído, por lo que es necesario un adaptador de impedancias, que como ya se ha comentado anteriormente lo realiza la cadena ósea, que compensa esta pérdida.

Además de esta función adaptadora, esta cadena ósea realiza una función protectora, dado que los músculos del martillo y del estribo, reducen la amplitud de las oscilaciones y protegen el oído interno contra los sonidos intensos de baja frecuencia, con lo que se mejora la audición de los sonidos agudos y disminuye el efecto enmascarador de los graves. La presión timpánica se transmite a la superficie del estribo, incrementada al pasar por la cadena ósea, siendo la relación entre la superficie del tímpano y la del estribo de 20, es decir son precisamente los movimientos de la superficie del estribo en la ventana oval los que originan las vibraciones en los líquidos del oído interno, que a su vez estimula las células sensoriales.

2.3. percepción: Uno de los puntos más interesantes con relación al mecanismo auditivo, es conocer de qué modo el oído es capaz de distinguir y analizar los sonidos por su frecuencia.

Fue Helmholtz quien elaboró una nueva teoría, suponiendo que la membrana basilar tenía una estructura fibrosa, siendo

cada una de las fibras independiente de las otras, encontrándose tensadas a lo largo del canal del caracol de forma análoga a las cuerdas de un piano, haciendo vibrar las frecuencias altas la membrana basilar cerca de la base. Posteriores investigaciones han demostrado que es cierta esta



Representación esquemática del oído

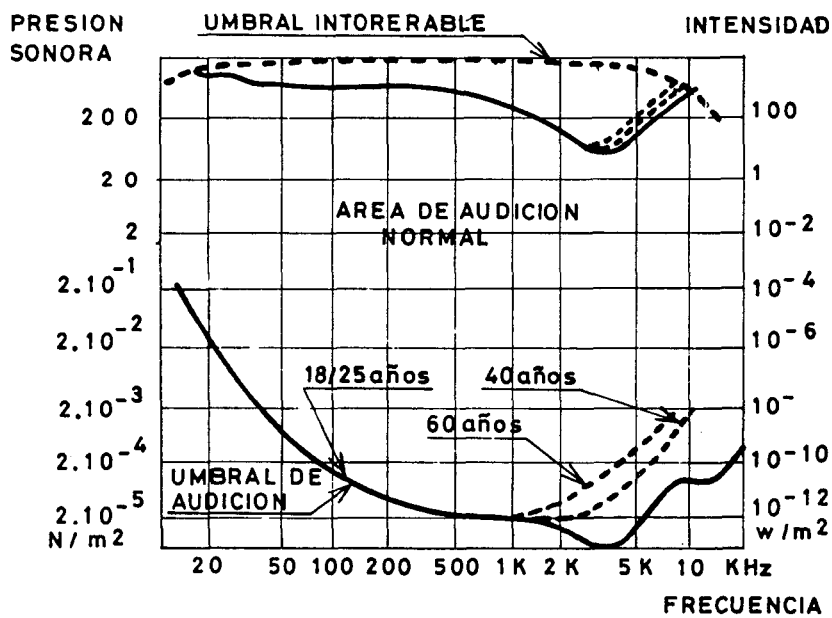
teoría en cuanto que era la membrana basilar el órgano que analizaba la onda compleja en sus componentes de frecuencia, estando la frecuencia más alta localizada en la base, no así en lo que respecta a su posición de la estructura fibrosa y de la tensión de cada una de las fibras dado que mediante un examen microscópico, no se observa esta estructura fibrosa. Las propiedades de sintonía de la membrana basilar son debidas más que a su estructura y tensión, a las dimensiones, masa y rigidez de la misma. Existe una dificultad, debido al elevado grado de amortiguamiento de las ondas a través del estrecho canal del caracol, en la discriminación de las distintas

frecuencias. Debido al amortiguamiento existente, no se producen reflexiones de suficiente magnitud, como para que se establezca una onda estacionaria capaz de hacer resonar a la membrana basilar.

2.1. CARACTERISTICAS DE LA AUDICION

2.1.1. Umbral de audición

La intensidad mínima acústica que puede detectarse a una determinada frecuencia, es lo que se denomina umbral de audición para dicha frecuencia.



Variación de la presión sonora del oído con la frecuencia

Comparando los resultados obtenidos en diversos países, por diferentes investigadores, se ha llegado a definir unos umbrales de audición normalizados por edades. Encontrándose

la máxima sensibilidad a la frecuencia de 3000 Hz. A la frecuencia de 1000 Hz., basta una presión de 2×10^{-5} N/m², tomándose este valor como nivel de referencia; para frecuencias inferiores a los 1000 Hz. se necesitan mayores presiones, así mismo en la zona de altas frecuencias existe un crecimiento de la curva umbral. El nivel de referencia para intensidades sonoras es de 10^{-12} w/m².

El campo de respuesta del oído va desde los 20 Hz. hasta 20000 Hz., para una persona normal de dieciocho a veinticinco años, disminuyendo la frecuencia superior con la edad. Dentro del margen de 2000 a 5000 Hz., la presión en el ambiente debida a la agitación térmica de las moléculas es comparable a los límites de sensibilidad, por lo que si esta fuera superior, se percibiría dentro de este margen un ruido de fondo que interferiría la percepción de las ondas acústicas de baja intensidad.

2.1.2. Tono de los sonidos

Llamaremos frecuencias graves o bajas a las que se encuentran en la zona inferior del espectro audible, frecuencias medias a las que se encuentran alrededor de los 1000 a 2000 Hz. y frecuencias agudas o altas a las que se aproximan al límite superior. Las frecuencias audibles para sonidos bastante intensos se extienden entre los 20 y 20000 Hz., llamada banda de audiofrecuencia.

2.1.3. Niveles acústicos

Un sonido de determinada naturaleza parece tanto más fuerte, cuanto mayor sea la amplitud de las vibraciones en la proximidad del oído. Cuando nos alejamos de la fuente sonora la intensidad del sonido disminuye de una forma inversamente proporcional a la distancia, cuando el sonido se emite en un medio homogéneo, isótropo y no absorbente, propagándose en forma de ondas esféricas.

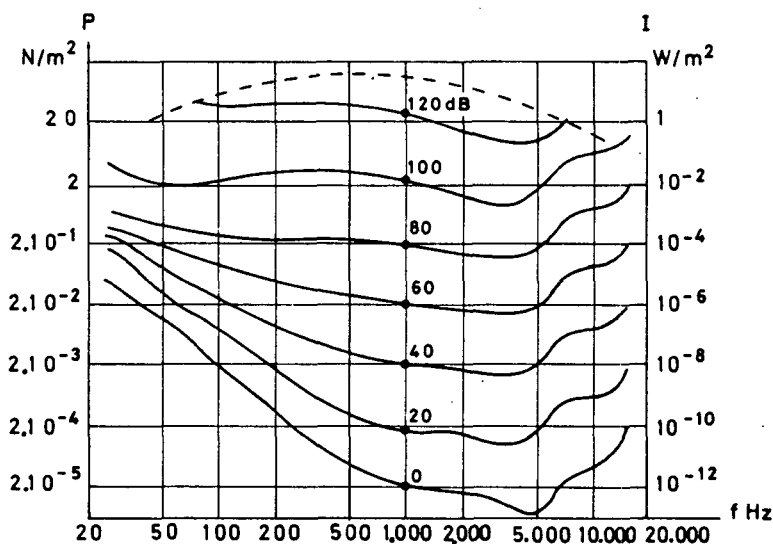
La experiencia pone de manifiesto que las variaciones de intensidad de un sonido son proporcionales al logaritmo del estímulo que la provoca. El carácter logarítmico del nivel respecto al estímulo supone un crecimiento muy reducido para grandes incrementos de la intensidad sonora.

El campo de audibilidad viene expresado entre 0 y 120 dB, siendo el cero ficticio, ya que no se trata de un cero absoluto, sino de un nivel de referencia fisiológica.

Al ser el decibelio una manera de expresar matemáticamente la presión sonora es una magnitud física medible, no guardando una relación con el nivel sonoro o sonoridad, por lo que es necesario crear una nueva unidad para medir una magnitud subjetiva.

Otro concepto importante en la audición es el "fon". El fon es una unidad de nivel sonoro de un sonido, que es juzgado por un observador medio, numéricamente igual al nivel de intensidad en decibelios de un tono puro de 1000 Hz. A la frecuencia de 1000 Hz. el número de fonos y de decibelios

coinciden, es decir $1 \text{ fon} = 1 \text{ dB}$. Por ejemplo, un tono puro de 100 Hz. de frecuencia y un nivel de intensidad de 50 dB,

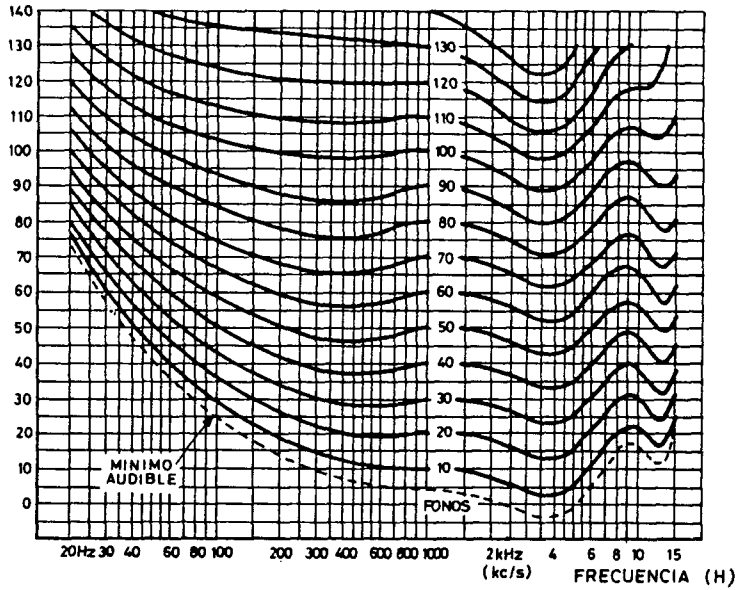


Niveles de audición en decibelios, relativos a 10^{-12} w/m^2

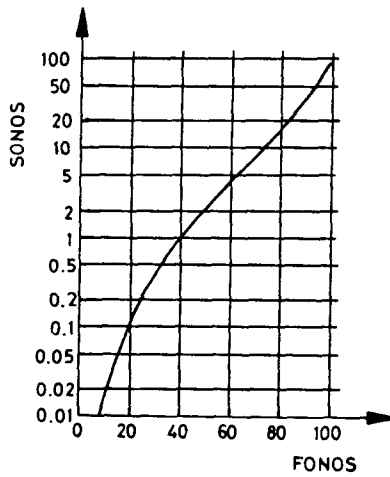
produce igual nivel sonoro que un tono puro de 1000 Hz., cuyo nivel de intensidad es de 20 dB, siendo el nivel sonoro de 20 fonos.

La escala de fonos presenta algunas incongruencias, como por ejemplo, la imposibilidad de sumar fonos. Si se producen dos señales, una de 200 Hz. con una sonoridad de 70 fonos y otra de 4000 Hz. con la misma sonoridad, el resultado final no son 140 fonos, sino que ambos tonos se perciben con una sonoridad de 80 fonos. Se ha demostrado que para niveles mayores de 40 fonos, se necesitan 10 fonos más para duplicar la sensación de sonoridad.

NIVEL DE
PRESION SONORA
(dB)



Curvas de igual nivel sonoro expresadas en decibelios con relación a 10^{-12} W/m² (recomendación ISO R 226)



Curva de correlación entre los fonos y sonos

La unidad de sonoridad es el son que se define como la sonoridad de un tono de 1000 Hz. y 40 dB de nivel de intensidad. Un aumento en el nivel sonoro de 10 fonos es aproximadamente equivalente a doblar el nivel de sonoridad en

sonos, y un aumento de alrededor de medio fono corresponde al cambio mínimo perceptible en nivel sonoro.

2.1.4. Timbre de los sonidos

Generalmente los sonidos que se perciben no son tonos puros, sino que son combinación de frecuencias relacionadas armónicamente.

El timbre es la cualidad que distingue a los sonidos del mismo tono y de igual intensidad, emitidos por fuentes de diferente naturaleza.

2.2. RUIDO Y MOLESTIAS AUDITIVAS

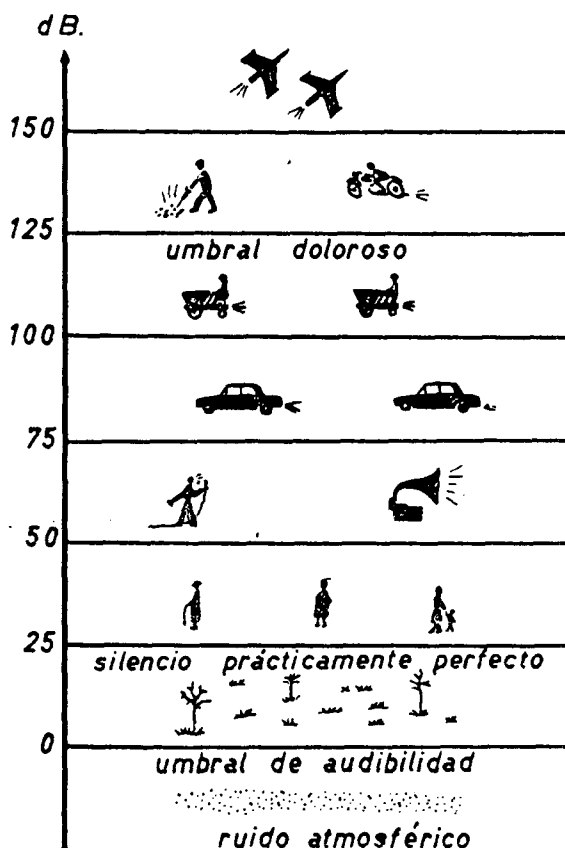
El estudio de los niveles de ruido, se efectúa en diversas bandas de frecuencia, denominándose este estudio análisis de frecuencia, dichas bandas pueden ser en octavas, o sea intervalos entre dos frecuencias que están en la relación, $2/1$; o bandas de un tercio de octava donde la relación entre las frecuencias es igual a la raíz cúbica de 2, además existen las denominadas bandas estrechas, que son bandas cuya anchura es menor de un tercio de octava. Existen diferentes tipos de ruidos, como son:

2.2.1. ruido blanco. Tiene un espectro de nivel constante en toda la banda de frecuencias audibles, no es necesario que sea al azar o dependiente del tiempo.

2.2.2. ruido rosa. Es el que tiene igual energía por octava dentro del rango de frecuencias audibles.

2.2.3. ruido al azar. Es aquel cuya amplitud, como función del tiempo, es una curva de distribución gaussiana.

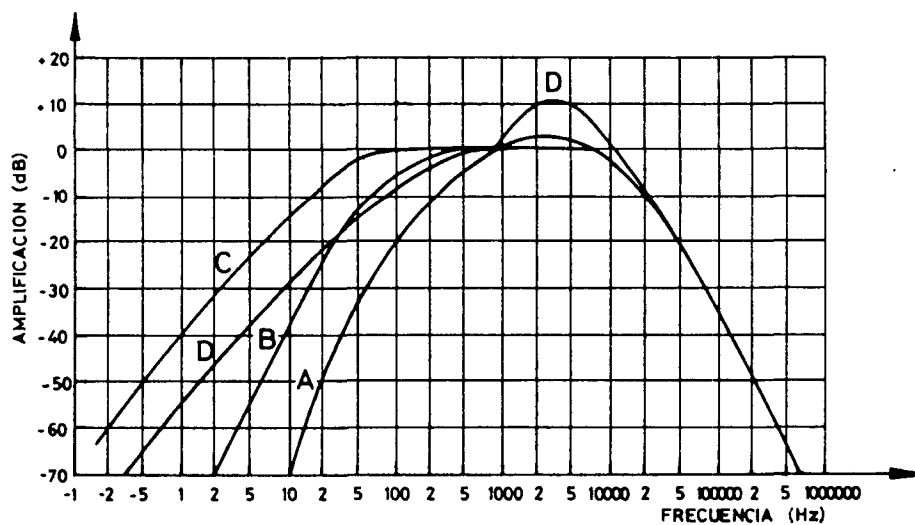
2.2.4. ruido impulsivo. Es todo ruido de corta duración. Es lógico pensar que es relativamente sencillo diseñar un



Ejemplos de diferentes ruidos y sus niveles

circuito electrónico, cuya sensibilidad con la frecuencia fuera análoga a la del oído humano. Esto se ha hecho, y se han obtenido en principio tres curvas características que se han normalizado internacionalmente como curvas de ponderación A,B,C. La curva de ponderación A se aproxima a las curvas de

igual nivel sonoro para niveles de presión sonora bajos dB(A), la curva B para niveles de presión sonora medios y la C para niveles de presión sonora altos. En la práctica se ha impuesto la curva de ponderación A, ya que ni la B ni la C han dado buena correlación con las pruebas subjetivas. Por último, se ha introducido otra curva de ponderación, la D, para la medida del ruido de los aviones.

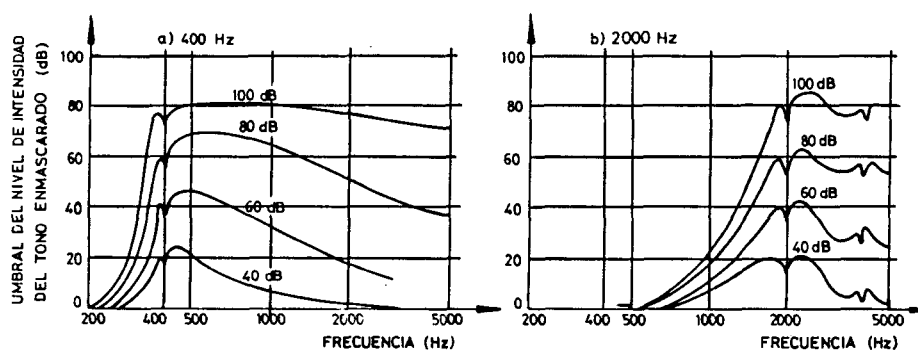


Curvas de ponderación de medida del ruido

2.3. EFECTO DE ENMASCARAMIENTO

La sensación de intensidad se ve influenciada por el llamado efecto de enmascaramiento, que se produce cuando los sonidos están muy próximos en frecuencia.

El enmascaramiento de un tono puro por otro, es más aparente cuando los dos tonos son aproximadamente de la misma frecuencia y que también en general un tono enmascara señales de alta frecuencia más efectivamente que otros de baja frecuencia. Por ejemplo, una señal de 1000 Hz. de frecuencia y un nivel de intensidad de 40 dB es enmascarado completamente por uno de 400 Hz. cuyo nivel de intensidad es de 80 dB. Una consideración de los armónicos generados por el tono enmascarante permite explicar este efecto.



Efecto de enmascaramiento de un tono puro por otro

2.4. AUDICION BINAURICULAR

Los oídos forman canales receptores que son independientes entre sí, no hay interferencias entre ellos, ni combinaciones de las frecuencias recibidas por cada uno; los armónicos de un oído no se añaden, restan, etc., a los del otro. Los sonidos se reciben independientemente por cada oído y crean efectos diferentes en distintas partes del cerebro. Solo para niveles muy elevados, pequeñas partes de energía sonora se transfieren de un oído a otro, debido a la conducción de los huesos del cráneo. La información que recibe cada oído se procesa en el cerebro., donde comparando los impulsos nerviosos que produce cada sonido, se interpretan finalmente todos los aspectos de la onda sonora, conociéndose a este fenómeno como la fusión binaural.

Dos factores permiten determinar la dirección de llegada de un sonido:

- Su intensidad relativa en nuestros dos oídos.
- El intervalo de tiempo de llegada a los dos oídos.

o lo que es lo mismo, la diferencia de fase entre la llegada de las ondas sonoras al oído derecho y al izquierdo. Para frecuencias por debajo de los 1000 Hz. la intensidad de las ondas sonoras que van desde la fuente sonora a un oído de un observador, difieren de las que llegan al otro oído, por una cantidad despreciable. Sin embargo, para altas frecuencias, la cabeza del observador presenta unas características diferentes

y la intensidad del sonido en el oído más próximo a la fuente sonora es considerablemente mayor que en el oído opuesto, por lo que para tonos dentro de este rango de frecuencias, podrían sugerir la dirección de la fuente.

La determinación del origen del sonido implica la localización de la fuente, tanto en el plano horizontal como en el vertical. El sentido de localización en el plano vertical está muy poco desarrollado en el hombre, mientras que el de localización horizontal es mucho más preciso.

Resumiendo, para frecuencias altas (por encima de los 1000 Hz.), la localización se debe fundamentalmente a la intensidad, para frecuencias bajas (por debajo de los 800 Hz.), la localización se realiza por medio de la fase y del tiempo de retardo del sonido en ambos oídos, en frecuencias medias se presenta una indeterminación que los seres humanos resuelven por medio de la localización tanto por la fase como por la intensidad, utilizando ambas de una forma simultánea y combinada.

Cuando la ambigüedad es grande mueve la cabeza y al variar la posición de los oídos con respecto al foco sonoro, proporciona más datos al cerebro.

3. CONCEPTOS DE ABSORCION SONORA Y TIEMPO DE REVERBERACION

3.1. ABSORCION SONORA

Si una fuente sonora se conecta en un recinto, emite ondas sonoras que se reflejan en sus superficies interiores., perdiendo parte de su energía en cada reflexión, siendo distribuidas antes de volver a chocar con otra superficie, produciendose nuevas reflexiones y nuevas pérdidas de energía y así sucesivamente.

El coeficiente de absorción sonora (también llamado difuso) es la relación entre la energía sonora absorbida por una superficie uniforme y la energía que incide uniformemente sobre dicha superficie.

$$\alpha = \frac{I_a}{I_i}$$

Este coeficiente puede caracterizar al mismo solo si las superficies que lo forman son suficientemente uniformes en sus propiedades físicas, si no es así, pero ocupan áreas iguales, el coeficiente se expresa como medio y es:

$$\bar{\alpha} = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \dots + \alpha_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_i$$

siendo $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ los coeficientes difusos de absorción sonora de cada material.

3.2. TIEMPO DE REVERBERACION

Se define como tiempo de reverberación normalizado T, para unas determinadas frecuencias o bandas de frecuencias, el intervalo de tiempo en segundos, que seria necesario para que el nivel de presión acústica, disminuya 60 dB, una vez que cese la emisión de la fuente.

Las pérdidas de energía sonora en un recinto, debidas al aire, solo tienen influencia a altas frecuencias (2000-4000 Hz.), y en recintos de gran volumen (superior a 5000 m³). Luego, para recintos pequeños y frecuencias inferiores a 4000 Hz., podemos utilizar la expresión resumida de la fórmula de Eyring para el tiempo de reverberación (solo aplicable cuando los coeficientes de absorción sonora son de valores numéricos parecidos para todas las superficies límites).

$$T = 0,161 \frac{V}{-S \ln (1-\bar{\alpha})}$$

siendo V el volumen del recinto , S el área total de las superficies límite y 0,161 el valor de una constante para una temperatura de 20 C.

4. INTRODUCCION A LA GRABACION DE LA PALABRA

Una faceta importante es la grabación de la palabra, que se caracteriza por su inteligibilidad, que viene dada por el porcentaje de inteligibilidad (P_i), que es el porcentaje de sílabas o palabras correctamente entendidas, del total de las pronunciadas. Como valores orientativos diremos que porcentajes del 96, 85 y 75% los consideramos como excelentes, buenos y satisfactorios.

El porcentaje de inteligibilidad depende de varios factores, que están relacionados por la ecuación,

$$P_i = 96 \times K_l \times K_t \times K_n \times K_s \quad \%$$

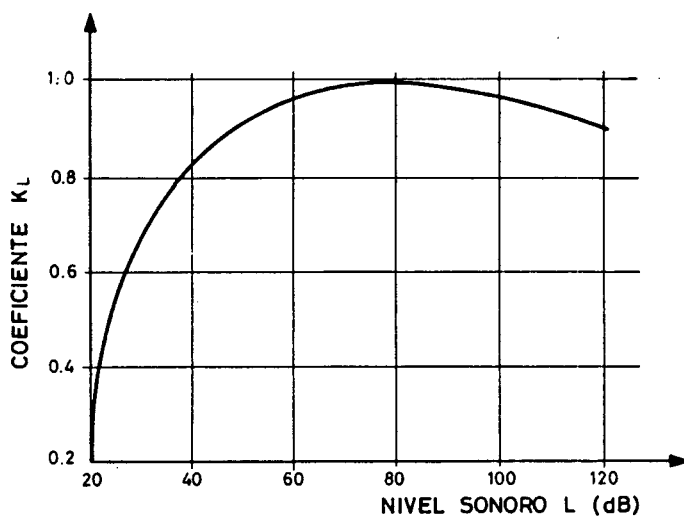
donde: K_l es un coeficiente que depende del nivel sonoro; K_t es otro coeficiente que depende del tiempo de reverberación; K_n coeficiente que depende de la relación ruido/señal; y K_s depende de la forma y dimensiones del recinto.

La dependencia de cada uno de estos coeficientes con los parámetros correspondientes, se ha determinado experimentalmente.

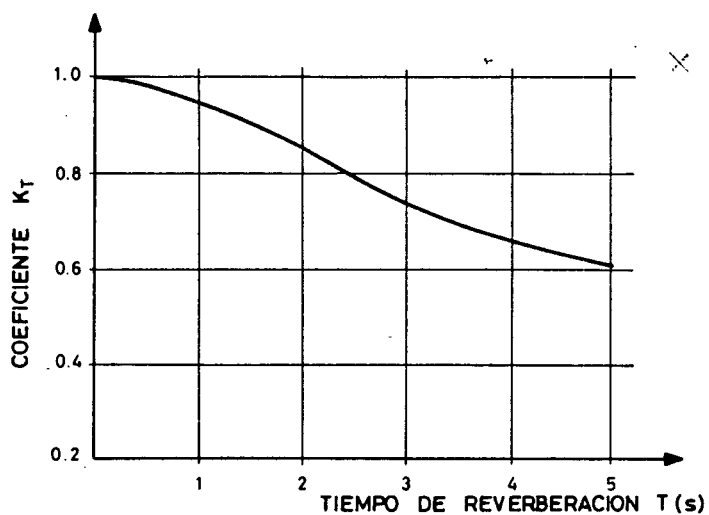
Si consideramos que para un estudio de forma rectangular y dimensiones normales con un nivel relativo de ruido normal (por ejemplo, si la relación ruido/señal 0,25) los dos últimos coeficientes están próximos a la unidad, por lo que la ecuación del porcentaje de inteligibilidad puede expresarse como,

$$P_i = 96 \times K_l \times K_t \quad \%$$

De la ecuación anterior y de las figuras siguientes se deduce que para conseguir una mejora en la claridad de la



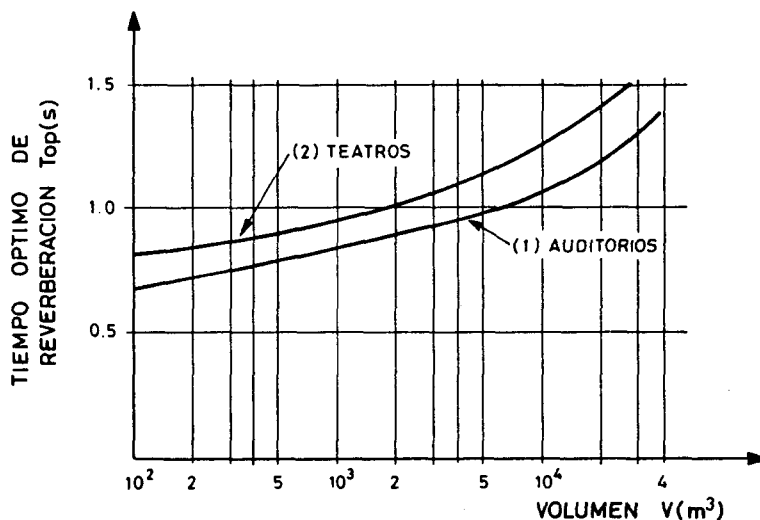
Variación del coeficiente K_L en función del nivel sonoro L



Variación del coeficiente K_T en función del tiempo de reverberación T

palabra debemos reducir el tiempo de reverberación y simultáneamente incrementar el nivel sonoro. El tiempo óptimo de reverberación, debe establecerse reduciendo el tiempo de reverberación hasta lograr una relación de compromiso entre la claridad de la palabra y el nivel de presión sonora.

Una vez que obtengamos los valores del tiempo de reverberación correspondientes a los máximos de las curvas, podemos construir una curva que relacione el tiempo de reverberación con el volúmen del recinto para palabra.



Variación del tiempo óptimo de reverberación en función del volumen de auditorios y teatros.

Actualmente no se ha conseguido una solución final al problema de la dependencia del tiempo óptimo de reverberación con la frecuencia, para estudios de grabación de la palabra. Algunos de los trabajos realizados sobre este tema suponen una elevación de la variación del tiempo de reverberación con la frecuencia, a bajas frecuencias.

Otras recomendaciones se basan en el hecho de que en recintos de volumen pequeño, existe el peligro de enmascaramiento de la palabra por las bajas frecuencias. Para evitar dicho efecto de enmascaramiento y obtener una correcta transmisión del timbre de la voz, es necesario reducir la subida de la variación del tiempo óptimo de reverberación con la frecuencia.

Existen razones para creer que ninguna de estas dos recomendaciones es correcta, puesto que ambas se basan en una proposición fundamental que es insostenible. Las dos se fundamentan en la idea de que es necesario tener un aumento de la característica de frecuencia a bajas frecuencias, y esto a su vez se basa en la proposición de que los niveles de todas las frecuencias componentes de tal señal, deben alcanzar simultáneamente el umbral de audición. Tal proposición sería válida para señales aisladas que se siguieran una a otra a grandes intervalos de tiempo, comparables con el tiempo de reverberación. Pero debido a la velocidad, relativamente alta, a la que las sílabas de las palabras o las notas musicales se suceden unas a otras, el desvanecimiento simultáneo de sus diferentes componentes carece de importancia, ya que el final de la reverberación es enmascarada por la señal básica. Por esto, sería más correcto recomendar para estudios de grabación de la palabra, una dependencia del tiempo óptimo de reverberación con la frecuencia en forma de una línea paralela

al eje de frecuencias.

Por todo lo comentado anteriormente, para crear unas condiciones acusticas óptimas para la transmisión de palabra, el estudio debe tener:

1º.-Un tiempo de reverberación corto (0.3 - 0,8 s).

2º.-Una variación del tiempo de reverberación con la frecuencia paralela al eje de frecuencias, hasta para las frecuencias más altas posibles.

3º.-Un tiempo de reverberación a frecuencias por encima de los 4000 Hz, que puede obtenerse por absorción en los límites del estudio, que difiera lo menos posible del tiempo de reverberación a bajas y medias frecuencias.

4º.-A parte de esto, es esencial que el nivel de la señal hablada sea por lo menos de 50 dB, y que el nivel de los sonidos acompañantes esté 20 ó 30 dB por debajo del nivel del que habla.

5. DIMENSIONES, FORMA Y TRATAMIENTO ACUSTICO DEL ESTUDIO DE RADIO

Las dimensiones y forma de un estudio, producen diferentes efectos sobre sus propiedades acústicas. La elección incorrecta de las dimensiones de un estudio puede influir no solo en un uso ineficaz de su volumen, sino también un empeoramiento de la uniformidad del campo sonoro. Por lo tanto, a partir de la ecuación que nos da la densidad del espectro de frecuencias de un recinto,

$$\frac{\Delta N}{\Delta fn} = \frac{4\pi}{C^3} V fn^2$$

donde V es el volumen, c es la velocidad del sonido en el aire, ΔN es el número de frecuencias, y Δfn el ancho de banda en el que medimos las frecuencias. Vemos que el número de frecuencias características por unidad de ancho de banda, es significativamente menor en estudios pequeños que en estudios grandes y esto afecta a la uniformidad del campo sonoro.

También tiene una gran importancia la relación entre las dimensiones del estudio (l_x , l_y , l_z), ya que si estas son iguales o múltiplos unas de otras, como se puede deducir de la ecuación que nos da la frecuencia de los modos propios,

$$f_{nx} f_{ny} f_{nz} = \frac{C}{2} \sqrt{\left(\frac{nx}{lx}\right)^2 + \left(\frac{ny}{ly}\right)^2 + \left(\frac{nz}{lz}\right)^2}$$

donde $n_x = n_y = n_z = 0, 1, 2, \dots$; se reducen el número de modos propios de vibración del estudio, como consecuencia de la excitación de un número de frecuencias coincidentes. Por consiguiente, una mala elección de la forma geométrica del estudio, conduce frecuentemente a diferentes deficiencias acústicas. En un recinto de forma adecuada, el tiempo óptimo de reverberación se puede incrementar significativamente, sin deformar visiblemente la calidad del sonido.

Con el fin de asegurar una igualdad del campo sonoro en un pequeño estudio para la palabra (como nuestro caso), así como para hacer desaparecer el efecto del cansancio en el locutor, en el que tiene un efecto importante el pequeño valor del tiempo de reverberación, es por lo que estos estudios deberán tener un volumen no menor a 20 m^3 . Generalmente, la forma elegida es la paralelepípedica rectangular, que es conveniente para este uso, y no introduce distorsiones considerables por su elevado amortiguamiento.

Ya que los volúmenes de estos estudios son pequeños y necesitamos crear un campo sonoro uniforme, es preciso colocar materiales absorbentes eficaces y de idénticas dimensiones, igualmente distribuidos en todas las superficies límites del recinto, con el fin de crear los tiempos de reverberación deseados.

Existe otra razón por la que el volumen del estudio se determina de acuerdo con el número de personas, o de un grupo

de instrumentos, sobre la banda sonora producida por todo el conjunto de instrumentos, como un todo, es necesario separar los micrófonos de los ejecutantes hasta una distancia comparable con el camino libre medio de una onda sonora (camino recorrido por una onda entre dos reflexiones $\bar{l} = 4 V / S$). Por otro lado, si fuese necesario aumentar el número de personas en el recinto (o de ejecutantes), precisaríamos incrementar el área y el volumen del estudio. Si recordamos que para mantener un nivel de presión sonora constante en el estudio, la potencia de la fuente sonora debe aumentar en proporción directa con el volumen del mismo elevado a la potencia de 2/3, podemos introducir un coeficiente igual a la relación entre la potencia acústica de una orquesta sinfónica y el número de ejecutantes, obteniendo la siguiente expresión,

$$N = 0,125 V^{(2/3)} \log V$$

Otra fórmula empírica establece una relación entre el número de personas y el volumen del estudio,

$$V = 21 N + 55$$

estas dos formulas nos dan una orientación del volumen del recinto según el número de personas que van a estar en el interior normalmente.

Los valores standard para estudios de radio, recomiendan que tales centros deben tener cuatro estudios de música, cuyos

volúmenes están próximos a los recomendados para estudios musicales en estudios de cine. De acuerdo con estos datos standard, el volumen de los estudios de grabación para 10 ó 15 personas estarían entre 1000 y 1400 m³; los estudios para grabación de conciertos para orquestas de 55 a 77 músicos, estaría entre 2000 y 2500 m³; y grandes estudios para conciertos con un número de músicos de 115 a 140, pueden tener un volumen superior a los 5000 m³, las normas permiten una desviación del 10% de las áreas dadas en cada caso.

La creación de buenas condiciones acústicas para la grabación musical, no termina con la elección adecuada del volumen del estudio, sino que deben tenerse en cuenta también las relaciones correctas entre su longitud, altura y anchura.

No es conveniente tener las dimensiones básicas de un estudio de igual longitud, o tener una dimensión muy distinta de las otras dos. Esto debería evitarse tanto desde el punto de vista de las conveniencias en la colocación de las personas, como de las condiciones acústicas. Cuando las dimensiones son iguales, es difícil colocar las personas por ser insuficiente el área del suelo, y las condiciones acústicas se perjudican, ya que la relación entre el área de las superficies límites S y el volumen V es la mínima.

Una reducción de la relación S/V , como puede verse en la expresión que nos da el número de reflexiones por unidad de tiempo,

$$n = \frac{c S}{4 V}$$

da como resultado una reducción del número medio de reflexiones por segundo, y hace el campo sonoro menos uniforme. Una gran diferencia entre las dimensiones básicas de un recinto, por otra parte, es indeseable, porque es difícil acomodar a las personas y micrófonos, apareciendo el peligro de crear una desigualdad en el campo, por la gran diferencia en el tiempo de llegada al micrófono de reflexiones del mismo orden.

Si ponemos las superficies no paralelas se forma un gran número de reflexiones, entre más de dos de ellas. En otras palabras, poniendo superficies no paralelas se reduce el número de ondas axiales que tienen una naturaleza más ordenada contribuyendo en gran medida, a la desigualdad del campo.

Puede obtenerse una gran uniformidad del campo sonoro, mediante la distribución regular de los materiales absorbentes en las superficies de los estudios, y también por la colocación de superficies reflectoras convexas en todas las paredes y el techo. Tales construcciones, hechas en cartón piedra, trabajan como sistemas resonantes rígidos, creando una absorción adicional a bajas frecuencias.

6. PROCEDIMIENTO TEORICO DEL DISEÑO DE ESTUDIOS DE RADIO

La función del diseño acústico de un recinto para grabación sonora consiste en determinar los datos básicos necesarios, que teniendo en cuenta su utilización, así como un equipo técnico a emplear nos proporcionen las condiciones acústicas óptimas en el mismo.

Las bases de diseño nos las dan los datos técnicos necesarios, de los cuales se mencion algunos a continuación:

1. Utilización normal del recinto.
2. Empleo de los recintos adyacentes al local sometido a diseño.
3. Número de personas que ocuparán normalmente el recinto.
4. Características de las fuentes sonoras próximas al estudio.
5. Diseño acústico, que incluye:
 - a) El plano de los recintos, con la especificación de la forma y dimensiones geométricas de cada uno de ellos.
 - b) Especificación del tiempo óptimo de reverberación.
 - c) Cálculo de la absorción sonora necesaria.
 - d) Plano esquemático de la distribución de los materiales absorbentes.
 - e) Cálculo del aislamiento sonoro contra ruidos y vibraciones que penetran a través de las paredes o por el sistema de ventilación.
 - f) Procedimientos para amortiguar los ruidos producidos por diferentes tipos de conductos y cañerías.

g) Empleo de construcciones especiales para aislamiento sonoro.

Al diseñar recintos separados o un conjunto de recintos para grabación sonora, se procurará que tengan el máximo acceso directo entre estos y los que realizan los procesos técnicos (grabación, emisión, etc.), intentando que el aislamiento sonoro entre ellos sea muy bueno. Es conveniente que estos recintos se hagan adyacentes uno a otro, aunque esto hace que el aislamiento sonoro entre los mismos sea más complicado, por lo que es preferible disponer estos recintos separados por áreas relativamente tranquilas, como pueden ser pasillos y cabinas de control.

Para determinar las áreas a ocupar por estos recintos, se debe tener presente, que al lado de los mismos existen recintos anexos para controlar la transmisión, así como las características de grabación.

Con el fin de asegurar una correcta calidad sonora para control aural, las dimensiones de estos locales, y particularmente el tiempo de reverberación, deberán estar próximos a los valores medios de los recintos en donde se van a reproducir. Desde los recintos de control se pueden ver los estudios por medio de ventanas o visores acústicos, que están formados por cristales dobles no paralelos, con un tratamiento acústico especial.

Si el estudio acústico parte de una construcción ya existente para la grabación sonora, sólo es necesario calcular

la absorción sonora adicional precisa para crear unas condiciones acústicas óptimas en el recinto, y obtener un adecuado aislamiento sonoro.

Para el diseño de diferentes estudios, las operaciones que se deben realizar en el planteamiento acústico serán las siguientes:

6.1. Determinación del volumen del estudio

Tipo de estudio	Area del suelo (m ²)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Número de personas en el interior del recinto
Estudio de TV para informativos	12/15	2,8/3,2	34/48	1/2
Estudios de radio y estudios de cine para grabar diálogos	15/25	3,2/3,5	48/90	1/2
Estudios de TV para entrevistas	50/80	4/5	200/400	10/15
Estudios de radio para música de cámara	50/80	4/4,5	200/360	10/15
Estudios de radio para música con pequeñas orquestas	150/200	6/7	900/1.400	25/40
Estudios de cine pequeños para música	150	6,5/7	1.000	25/30
Estudios para grabaciones orquestales	450/600	9/9,5	4.000/5.700	75/100
Estudios de radio grandes para conciertos	400/450	10/11	4.000/5.000	115/140
Estudios grandes de grabación para orquestas y coros	720	10	7.200	120
Estudios pequeños de TV	100	5/6	600	20
Estudios pequeños de TV	150	6	900	35
Estudios pequeños de TV	200	7	1.400	50
Estudios grandes de TV	300	8	2.400	100
Estudios grandes de TV	450	10	4.500	200
Estudios grandes de TV	600	11	6.600	250
Estudios grandes de TV	1.000	15	15.000	400
Estudios de cine de grabación sincronizada	500/2.000	10/18	5.000/35.000	—

Para estudios de grabación musical se puede determinar de acuerdo con el número de personas que van a trabajar en los mismos, mediante los datos de la tabla anterior. Para estudios de grabación de la palabra se selecciona el volumen del recinto, y posteriormente las condiciones del mismo, esto se realiza tanto desde el punto de vista acústico como del uso del recinto considerado.

6.2. Determinación de la forma del estudio

Los recintos de forma paralelepípeda sólo se emplean cuando el tiempo de reverberación es pequeño, y si la forma no tiene influencia en la distribución de la energía sonora en él. Por lo tanto, se utilizan este tipo de recintos para grabación de la palabra, producción de dramáticos y pequeños estudios de grabación musical.

6.3. Determinación de las dimensiones

Para estudios de grabación de la palabra y estudios de filmación sincronizada, la relación entre longitud/anchura/altura, puede ser de 2,5/1,5/1 a 4/2/1.

6.4. Determinación del área de todas las superficies laterales

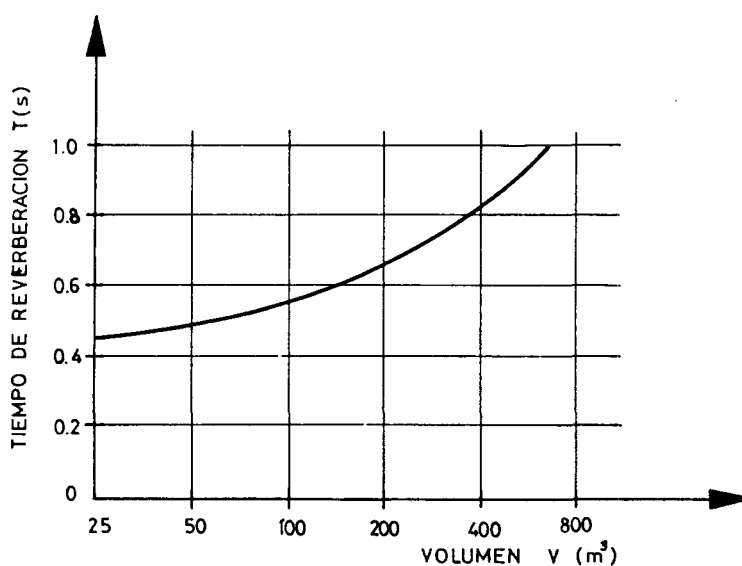
Para un recinto de forma paralelepípeda determinaremos el área partiendo de la siguiente ecuación,

$$S = 2 (l_x l_y + l_x l_z + l_y l_z)$$

Si el recinto tiene diferente forma, utilizaremos los procedimientos adecuados en cada caso.

6.5. Determinación del tiempo de reverberación apropiado al volumen del recinto para frecuencias medias

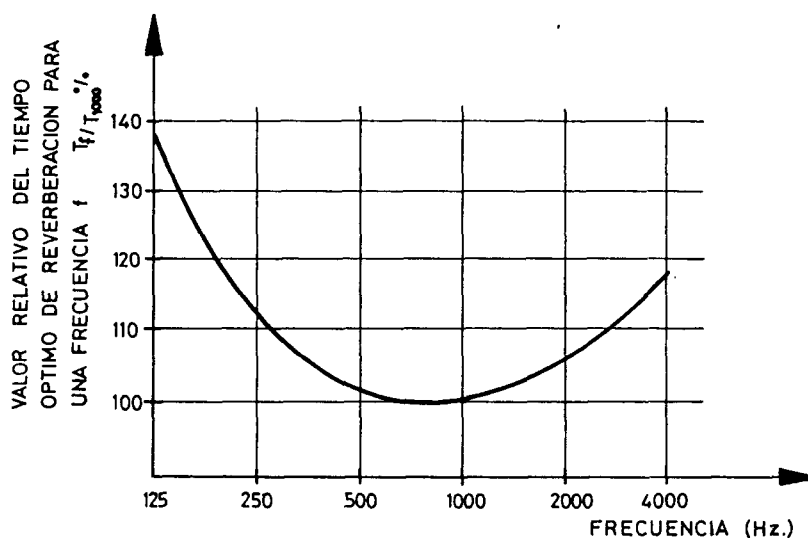
Para estudios de grabación de la palabra, lo obtenemos de la siguiente figura, la cual son gráficas obtenidas por procedimientos experimentales, y recomendadas para este tipo de recintos.



Dependencia del tiempo de reverberación con el volumen para estudios de doblaje.

6.6. Determinación del tiempo de reverberación existente en el recinto, para diferentes frecuencias

A partir de las siguientes figuras, se determina el tiempo de reverberación para las frecuencias de: 125-250-500-1000-2000-4000 Hz, teniendo en cuenta el uso del recinto y su tratamiento acústico.



Dependencia del tiempo óptimo de reverberación con la frecuencia para estudios de grabación de la palabra.

6.7. Determinación de la absorción sonora total necesaria

A partir de las diferentes expresiones del tiempo de reverberación, aplicando en cada caso la que corresponda, tendremos:

$$T = 0,161 \frac{V}{A}$$

siendo $A = -S \ln(1-\bar{\alpha})$ en el desarrollo de Eyring, o bien

$A = -$ Si $\ln(1-\bar{\alpha})$ en el de Millington-Sette, o bien $A = \bar{\alpha} \times S$ en el de Sabine.

Al calcular la absorción total necesaria, para crear el tiempo óptimo de reverberación, a las diferentes frecuencias, podremos hacerlo despejando la absorción sonora total, o sea

$$A = 0,161 \frac{V}{T}$$

6.8. Determinación de la absorción sonora existente en el estudio

El cálculo de la absorción sonora total se hace cuando están colocados los materiales ordinarios de construcción sobre las diferentes superficies del recinto. Para hacer esto, lo primero es poner los nombres de los materiales usados, así como el valor de sus coeficientes de absorción para las diferentes frecuencias anteriormente mencionadas, escribiéndolos en una tabla. El conocimiento de estos datos se obtiene a partir de las tablas que figuran en el apéndice de este proyecto.

Después se calcula la absorción total de cada material y de todos los materiales para todas las frecuencias y los resultados se comparan con los obtenidos en el apartado 7. A partir de esta comparación, se observarán a las diferentes frecuencias la mayor o menor diferencia entre la absorción sonora necesaria y la absorción sonora existente.

6.9. Selección de materiales adecuados para poder eliminar la diferencia entre la absorción sonora necesaria y la existente

El calificativo de materiales acústicos corresponde a todos aquellos que poseen una propiedad acústica destacada, para aislar o acondicionar un local.

Se hace la selección de los materiales absorbentes, así como las cantidades necesarias de los mismos, para reducir las diferencias anteriormente mencionadas, todas estas relaciones se colocan en una tabla análoga a la del apartado 6.8.

6.10. Determinación del tiempo de reverberación final del estudio

Sumando la absorción sonora inicial y la absorción sonora adicional, se encuentra la absorción sonora final, con la que las condiciones acústicas del recinto se hacen óptimas. Se calculan los valores del tiempo de reverberación para todas las frecuencias cuando se han puesto los materiales absorbentes adicionales, y los resultados de éstos cálculos se colocan en una tabla en la que se incluye también el tiempo de reverberación necesario, comparando los valores requeridos y obtenidos, para el tiempo de reverberación a todas las frecuencias, se verifica la exactitud en la selección de los materiales absorbentes sonoros adicionales. Si estos valores difieren aproximadamente en menos del 10%, se toman como correctos.

6.11. Determinación de la posición de los materiales absorbentes o construcciones

Las superficies laterales y techos de los estudios se cubren con materiales absorbentes sonoros de gran eficacia, y solamente en la parte inferior de las superficies laterales y hasta la altura de 3 m. se recomienda el uso de materiales o construcciones rígidos que no puedan estropearse por el movimiento de los diferentes equipos y personas. Los materiales utilizados más frecuentemente en las partes altas son de fibra mineral, Para la parte inferior es recomendable materiales absorbentes porosos resonantes, o paneles resonantes, con los espacios entre la pared y la fibra útil ocupados por fibra mineral.

6.12. Diseño del sistema de alumbrado

Es necesario diseñar el alumbrado interior del recinto, en función del uso que se va a hacer del mismo, teniendo en cuenta las reflectancias lumínicas de las superficies interiores, así como la iluminación necesaria de la decoración interior. Será preciso seleccionar el sistema de alumbrado necesario, así como la distribución y disposición del mismo.

En el apéndice se explica como calcularlo para unos determinados casos.

6.13. Diseño del sistema de aire acondicionado

Como consecuencia de la disipación energética del sistema de alumbrado del recinto, así como del calor disipado por las personas y el equipo que hay en su interior, es necesario utilizar un sistema de ventilación, cuyas características técnicas vienen condicionadas por los datos (iluminación, personas, etc.) anteriormente mencionados.

También, en el apéndice se encuentran unas tablas para dicho cálculo.

6.14. Cálculo del nivel total de ruido en el recinto

El cálculo del aislamiento al ruido aéreo se puede realizar a partir de la ecuación,

$$L_n = 10 \log \sum_i^n \left[S_i 10^{(0,1(L_i - R_i))} \right] - 10 \log A$$

donde L_n es el nivel total de ruido que penetra en el recinto a través de sus paredes; S_i área de la superficie considerada; L_i nivel de ruido junto a las superficies; R_i índice de reducción sonora de la pared; S área total de las superficies interiores del recinto, y A absorción sonora total del recinto a una frecuencia media.

Seguidamente se forma una tabla, donde las columnas serán:

1º) denominación de las superficies de separación.

2º) área de las mismas.

3º) nivel sonoro junto a las superficies de separación L_i .

4º) aislamiento sonoro de las superficies de separación en dB.

5º) $L_i - R_i$.

6º) $10^{(0,1(L_i - R_i))}$

7º) Si $10^{(0,1(l_i - R_i))}$

Se completan las columnas indicadas anteriormente, la 1ª y la 2ª. Se rellenan con los dibujos del recinto, la 3ª y la 4ª con el conocimiento del espectro del ruido externo y de la construcción de las superficies límites.

Después de los cálculos de las columnas finales, los datos se totalizan en la última, se calcula el logaritmo de este total, y se obtiene el valor $10 \log A$, restando estos dos valores.

Por comparación de los datos obtenidos con los de la tabla, se ve el valor requerido del aislamiento sonoro del recinto. El nivel de ruido que penetra en el recinto desde el exterior debe ser igual o más bajo que el nivel permitido para dicho estudio, de acuerdo con la legislación nacional e internacional existente.

7. DISEÑO ACUSTICO PRACTICO DE LA EMISORA DE RADIO

Este proyecto presenta la manera de hacer el diseño de una emisora de radio local y de nivel medio, en un edificio construido sin pensar en ese fin, y dentro de una ciudad.

La realización después de hacer un estudio, tiene la siguientes partes:

1º. Partiendo de la planta de un edificio, se ha distribuido la emisora de la siguiente manera: a) pasillo, b) estudio, y c) controles.

La zona de controles y estudio es la dedicada a la realización y difusión de los programas producidos por la emisora. La otra zona, el pasillo, sirve como una pequeña sala de espera; ya sea para acceder al estudio, o bien, para acceder a la zona de controles.

2º. Una vez realizada la distribución de la emisora, se pasa al acondicionamiento acustico del estudio; es decir, a calcular todos los materiales que tenemos que poner para aislar y acondicionar acústicamente el estudio, con el fin de que el tiempo de reverberación sea el adecuado en este tipo de recintos, y el nivel máximo de ruido en el interior no sobrepase el margen de 25 a 30 dB (A), o bien las curvas NR entre 15 y 30 o las NC entre 15 y 20.

Para el acondicionamiento debemos considerar:

- a) Absorción sonora total necesaria.
- b) Absorción sonora total que tenemos inicialmente en el

estudio.

- c) Absorción adicional que tenemos que poner, al no coincidir la sonora total idea y la que tenemos inicialmente.
- d) Superficie a trabajar con materiales absorbentes.
- e) Elección de los materiales adecuados y cálculo de su absorción.
- f) Cálculo del tiempo de reverberación, con todos los materiales del estudio, comparándolo con el valor óptimo que deseábamos.
- g) Nivel de ruido que penetra en el estudio.
- h) Estudio de los sistemas de iluminación y refrigeración.
- i) Cálculo del ruido total.
- j) En su caso, si procede y el nivel de ruido total es superior al permitido, estudiar el problema y proponer algunas soluciones.

3º. Una vez resuelto el planteamiento inicial de lo que queremos hacer, pasamos al terreno práctico de presentar la emisora de radio, para lo cual tenemos que ir resolviendo una serie de cuestiones.

a) ¿Qué forma necesita tener la planta del edificio?

1. En el caso de una vivienda en un edificio:

Al no desear perder una cierta generalidad, dentro de todos los condicionamientos que se van a ir presentando a lo largo

del proyecto, la forma más común y sencilla es la de H (llamada así por los arquitectos), y su porqué es muy fácil de comprender, dado que el arquitecto a la hora de diseñar un edificio lo primero que ha de tener en cuenta, además del solar, es que cada vivienda necesita tener habitaciones exteriores para las partes nobles, como el salón y el comedor principal, e interiores para los servicios, como la cocina y baños, por lo que le lleva a un patio interior para estas últimas, luego si el número de viviendas por planta es de dos o cuatro (normalmente un par), los exteriores tendrían que dar a dos calles, teniendo que tener dos patios interiores, dejando el centro para las escaleras, ascensores y descansillos, llevándonos irremediabilmente, si el solar tiene una forma regular, a la forma de H en la que los patios son comunes en la casa de al lado.

2. En nuestro caso particular:

El caso nuestro es diferente al comentado anteriormente; ya que, ni el edificio es uno de viviendas, ni la disposición de cada cuarto es en forma de H; debido a que el edificio fue diseñado como escuela y no como viviendas.

Por lo tanto, en lo que nos concierne, la forma del local donde vamos a instalar la emisora es un cuarto rectangular que lo vamos a dividir en tres secciones que hemos señalado anteriormente.

b) ¿Que tamaño tiene que tener?

Estudiándolo estructuralmente, de lo único que depende el tamaño es del tipo de emisora a construir, y que en este caso se ha planteado una de tipo medio, por lo que el valor tomado es de 59 metros cuadrados, que es el tamaño de uno de los tipos de cuartos de este edificio.

c) ¿Qué altura tiene que tener la planta?

Dado que el aire acondicionado y los materiales acústicos van a disminuir la altura, tendremos que buscar una altura cercana a los tres metros.

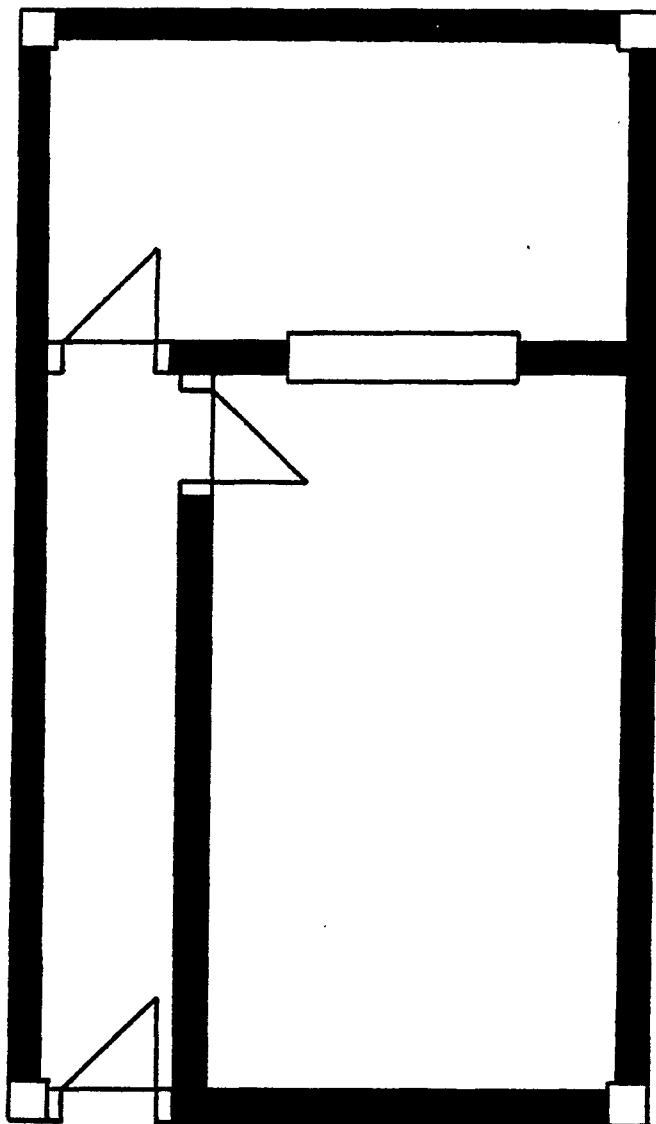
En la figura 1 se observa la disposición del cuarto para convertirlo en emisora de radio.

Se observa que el recinto da a dos sitios diferentes; por un lado, la zona de controles da a la calle Perez del Toro y, la recepción da a un pasillo interno del edificio. Por ello, la mejor disposición para la emisora de radio, es colocar el estudio a un lado de dicho recinto y, con ello, se consigue evitar los ruidos que provienen de la parte exterior mas ruidosa, que es, la calle Perez del Toro y, separandonos del pasillo por medio de la pared (el pasillo suele ser menos ruidoso que la calle).

A continuación, se muestra la disposición del estudio y los controles dentro del recinto.

La unión entre el estudio y los controles es por medio de una puerta; la cual se aísla para evitar que pase el ruido

procedente de los controles al estudio. Lo mismo se hace con la recepción; solamente hay que tener en cuenta que el estudio también está unido a los controles por la pecera (doble cristalera que separa los controles del estudio).



Escala 1:50

En la fabricación de la pecera como de las puertas hay que tener mucho cuidado; ya que estos son una fuente de sonidos

perjudiciales para el óptimo nivel sonoro del estudio. Por ello, hay que forrar los marcos de las puertas y los extremos de los cristales de la pecera con goma, para evitar el paso de vibraciones sonoras de un sitio a otro.

Por ello, todas las partes que lleven cristales y que van a pertenecer al estudio las cerramos, dado que estos no suelen tener iluminación natural, y el conseguirlo no implicaría el tener que gastarnos una gran cantidad de dinero en homogeneizar las paredes, es decir que cada pared tuviera una atenuación sonora igual en las partes de prefabricado y los cristales, por lo que es más fácil el cerrarlas con el mismo prefabricado de manera que no rompa la uniformidad de la fachada, además de notarse poco, dado que es la planta superior de un edificio.

En los controles mantendremos los ventanales, poniendo dobles cristales, haciendo que estos espacios que son pequeños sean más habitables y no tan herméticos.

Partiendo de la planta del edificio se hace la distribución de todas las partes de la emisora, con las bases que se han puesto anteriormente, de la siguiente manera:

Pasillo: sirve como una antesala para entrar a los controles o bien al estudio de radio y, a su vez, nos aísla del ruido exterior que pudiera llegar al estudio y, por lo tanto afectaría al estudio.

Controles: es la zona donde estan todos los aparatos necesarios para el funcionamiento de la emisora (sin contar con los microfonos; los cuales estan en el estudio); estos son: platos, magnetofonos, cartucheras, CD, mesa de mezclas, telefono, etc...

Estudio: es donde se realiza un programa. Está bastante aislado del ruido; ya que , en dicho recinto, se recoge la voz humana y, esta debe ser lo más clara posible; por lo que no pueden introducirse ruidos externos u otras cosas que afecten al entendimiento de la palabra.

Seguidamente pasamos a la realización del diseño del estudio.

7.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

7.1.1. Determinación de la forma, dimensiones, volumen y área del estudio

Del plano del diseño de la emisora podemos sacar los datos de las dimensiones de este estudio, sin olvidar, que hay que tener en cuenta que no debemos poner la altura total que tenemos en la planta, dado que habrá que colocar como mínimo un falso techo, para poner el conducto de aire acondicionado, por tanto tendremos que considerar la altura inferior. Asimismo el suelo debe estar separado del suelo real, con el fin de dejar espacio para el paso del cableado del estudio. De las medidas del estudio sacamos que sus dimensiones son

4,88 x 2,93 x 1,95 metros. Luego, el área total de las superficies del estudio será:

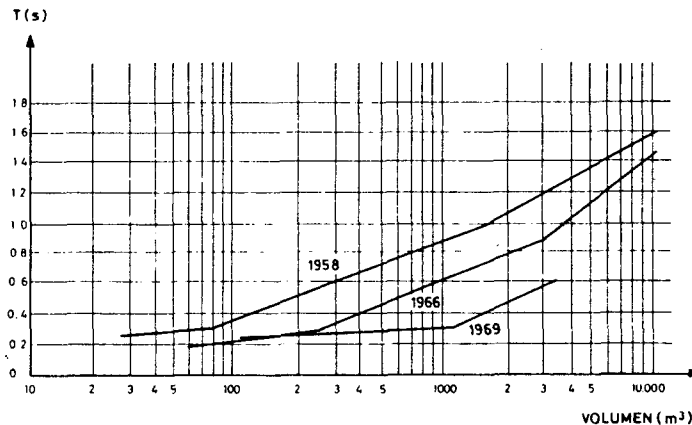
$$S1 = 2 (4,88 \times 2,93 + 4,88 \times 1,95 + 2,93 \times 1,95) = 59,055 \text{ m}^2$$

y el volumen:

$$V1 = 4,88 \times 2,93 \times 1,95 = 27,887 \text{ m}^3 = 28 \text{ m}^3$$

7.1.2. Determinación del tiempo de reverberación apropiado

De acuerdo con las recomendaciones teóricas y dado que este estudio va a utilizarse para grabación de palabras, tomamos como valor óptimo el de 0,42 s., teniendo el mismo valor para todas las frecuencias, de acuerdo con las recomendaciones dadas por la siguiente figura.



Variación del tiempo óptimo de reverberación con el volumen del estudio de grabación musical.

Tabla 1

Valor del tiempo óptimo de reverberación recomendado a las diferentes frecuencias

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Tiempo óptimo de reverberación (s)	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42

Debemos tener en cuenta que, puesto que existen sistemas de reverberación artificial, el estudio podrá tener un tiempo de reverberación más pequeño, dándosele a la grabación el valor necesario del tiempo de reverberación, mediante los reverberadores artificiales. En la tabla 3 se dan los valores del tiempo de reverberación que debe tener el estudio.

7.1.3. Determinación de la absorción sonora necesaria

Como consecuencia del pequeño volumen del estudio, no tendremos en cuenta la absorción debida al aire, ni aún a las frecuencias elevadas (2000 ó 4000 Hz).

Para calcular el valor de la absorción sonora a las diferentes frecuencias, partimos de la expresión del tiempo de reverberación dado por Eyring,

$$T = 0,161 \frac{V}{-S \ln (1-\bar{\alpha})}$$

donde T es el tiempo de reverberación recomendado, V el volumen del estudio, S el área total de las superficies y $\bar{\alpha}_i$ el coeficiente medio de absorción sonora necesario.

Por ejemplo, para 125 Hz., tenemos,

$$0,42 = 0,161 \frac{28}{-59 \ln (1-\bar{\alpha}_i)}$$

donde,

$$A_1 = -142 \ln (1-\bar{\alpha}_i) = 0,161 \frac{28}{0,42} = 10,73 \text{ sabinios métricos}$$

por tanto en la tabla 2, se dan los datos de la absorción sonora necesaria.

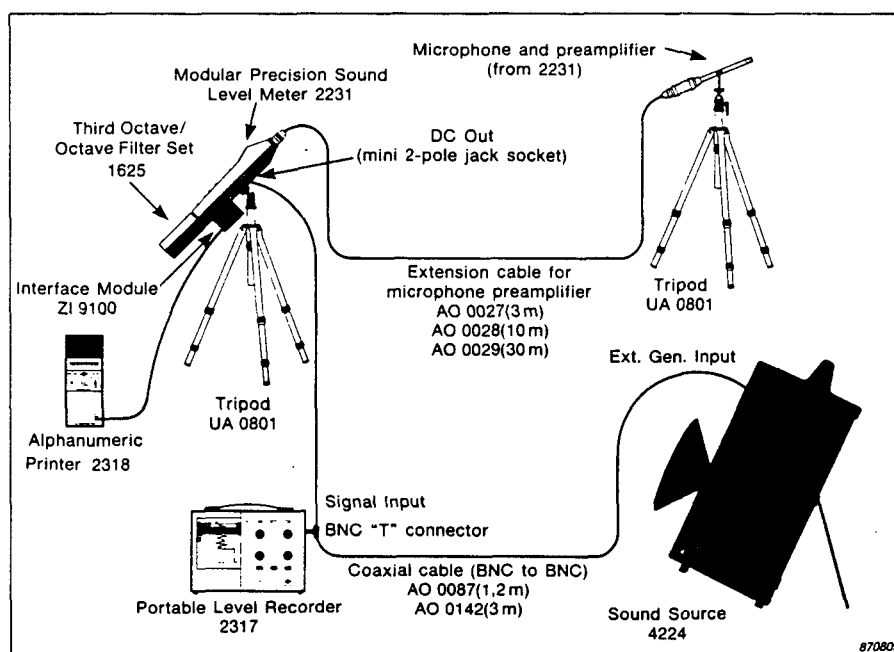
Tabla 2

Valor de la absorción sonora necesaria a las diferentes frecuencias

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Absorción sonora necesaria (sabinios métricos)	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73	10,73

7.1.4. Determinación de la absorción sonora existente en el estudio, sin tratar acústicamente, así como del tiempo de reverberación

La configuración para la medida del tiempo de reverberación del local es de la siguiente figura:



Example measurement system

Hay que tener en cuenta que no se empleó el registrador portátil 2317 de Brüel. También indicar que el amplificador es el modelo FA144 de PHILIPS, que es un amplificador integrado y; el altavoz, es una columna de la marca TECHICS cuya referencia es SB-65.

La columna se colocó en cada una de las cuatro esquinas del local (ya que, de esta forma, se consigue obtener una respuesta más real del recinto, al captar con mayor nitidez

las ondas reflejadas en el local) y el sonómetro en medio de dicho local, con un ángulo de inclinación con respecto al eje de la columna; con ello se consigue, que la onda no llegue directamente al sonómetro; sino por otros caminos.

El sonómetro genera unos breves impulsos para medir el $T(r)$ en el local. Dichos impulsos son de frecuencias de 1 ó 1/3 de octava. La salida DC del sonómetro se conecta al amplificador y este a la columna. Cuando el sonómetro genera un impulso, automáticamente se conmuta a estado de medida y, calcula el $T(r)$ para esa determinada frecuencia.

En cada una de las esquinas se realizaron tres medidas; por lo que, en total, se realizaron doce medidas. A continuación se da una tabla con los valores medios de las medidas realizadas en cada una de las esquinas.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
T(r) medio medido en la 1ª esquina	0,99	0,81	0,73	0,88	1,03	0,90
T(r) medio medido en la 2ª esquina	0,91	0,70	0,83	0,88	1,00	0,93
T(r) medio medido en la 3ª esquina	1,02	0,79	0,71	0,84	1,01	0,91
T(r) medio medido en la 4ª esquina	0,92	0,78	0,79	0,95	0,95	0,92
T(r) medio total en el recinto	0,97	0,77	0,77	0,89	0,99	0,92

Ahora vamos a calcular la absorción sonora Aca del estudio, sin tratar acústicamente las superficies interiores con materiales absorbentes acústicos, teniendo en cuenta no sólo la absorción de los materiales, sino también la absorción de las personas que se encuentran en el estudio, que en este caso, consideramos que son dos, dado que así estaríamos en una de las condiciones mínimas de utilización del estudio.

Como consecuencia de la variación de la absorción de los diferentes materiales a las diferentes frecuencias, tenemos,

$$A_i = -S_i \ln (1-\bar{\alpha}_i)$$

En la siguiente tabla se muestra el tiempo de reverberación óptimo:

Tabla 3
Valores del tiempo óptimo de reverberación

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
tiempo óptimo de reverberación	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40

se obtiene por medio de las figuras anteriores.

Como el tiempo de reverberación es:

$$T = 0,161 \frac{V}{-S \ln (1-\bar{\alpha})}$$

entonces tenemos que para 125 Hz es:

$$0,40 = 0,161 \frac{28}{-59 \ln (1-\bar{\alpha})}$$

donde:

$$A = -59 \ln (1-\bar{\alpha}) = 0,161 \frac{28}{0,40} = 11,27 \text{ sabinios métricos}$$

luego, la absorción sonora necesaria será:

Tabla 4

Valores de absorción sonora necesarios en el recinto

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
absorción sonora necesaria A (sabinios métri.)	11,27	11,27	11,27	11,27	11,27	11,27

Ahora, partiendo del tiempo de reverberación medido en el recinto, calculamos la absorción sonora existente y, la comparamos con la que debería tener el recinto.

Tabla 5

Absorciones medidas y necesarias para el recinto

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
T(r) medido	0,97	0,77	0,77	0,89	0,99	0,92
A1: Absorción sonora medida	4,65	5,85	5,85	5,06	4,55	4,90
A2: Absorción adicional en el recinto	1,59	1,70	1,77	2,06	2,12	1,79
Absorción real del recinto $A_r = A_1 - A_2$	3,05	4,15	4,08	3,01	2,44	3,11
Absorción sonora necesaria en el recinto: A_n	11,27	11,27	11,27	11,27	11,27	11,27
Diferencia de absorciones $A_d = A_n - A_r$ absorción adicional	8,22	7,12	7,19	8,26	8,83	8,16

7.1.5. Determinación de los materiales a emplear y su distribución en el recinto

Como el tiempo de reverberación del recinto se ha medido con una serie de materiales dentro, hay que descontarle la absorción sonora de esos materiales por m^2 a la absorción medida y, obtenemos la absorción real del recinto; la cual es la que se indica como absorción real del recinto.

Como observamos en la tabla, necesitamos una absorción adicional dada por una serie de materiales. Para ello, partimos de las dimensiones del recinto y adoptamos unos determinados materiales para obtener este tipo de absorción adicional.

A continuación, se da una tabla con diferentes tipos de materiales, con los cuales se consigue esta absorción adicional.

Tabla 6

Valores de absorción de los materiales empleados para aumentar la absorción del recinto y equiparala a la idónea dada por las tablas que se han calculado anteriormente

a) Sección de 125 a 500 Hz

descripción del tipo de material	area de la superficie en m ²	125		250		500	
		$\bar{\alpha}_i$	A	$\bar{\alpha}_i$	A	$\bar{\alpha}_i$	A
placa techo arborite esp. 3,5 cm	14,3	0,32	4,57	0,40	5,72	0,36	5,15
suelo moqueta de 1 cm de espesor	14,3	0,09	1,29	0,08	1,14	0,10	1,43
madera contrachapada sobre pared	13,05	0,05	0,65	0,06	0,78	0,06	0,78
madera de 5 cm barnizada con 5 cm de cámara de aire	5,58	0,10	0,56	0,11	0,61	0,10	0,56
Valor total de absorción		7,073		8,261		7,919	

b) Sección de 1000 a 4000 Hz

descripción del tipo de material	area de la superficie en m ²	1000		2000		4000	
		$\bar{\alpha}_i$	A	$\bar{\alpha}_i$	A	$\bar{\alpha}_i$	A
placa techo arborite esp. 3,5 cm	14,3	0,35	5,01	0,37	5,29	0,35	5,01
suelo moque- ta de 1 cm de espesor	14,3	0,10	1,43	0,15	2,14	0,19	2,72
madera con- trachapada sobre pared	13,05	0,10	1,30	0,10	1,30	0,10	1,30
madera de 5 cm barniza- da con 5 cm de cámara de aire	5,58	0,08	0,45	0,08	0,45	0,11	0,61
Valor total de absorción		8,186		9,186		9,641	

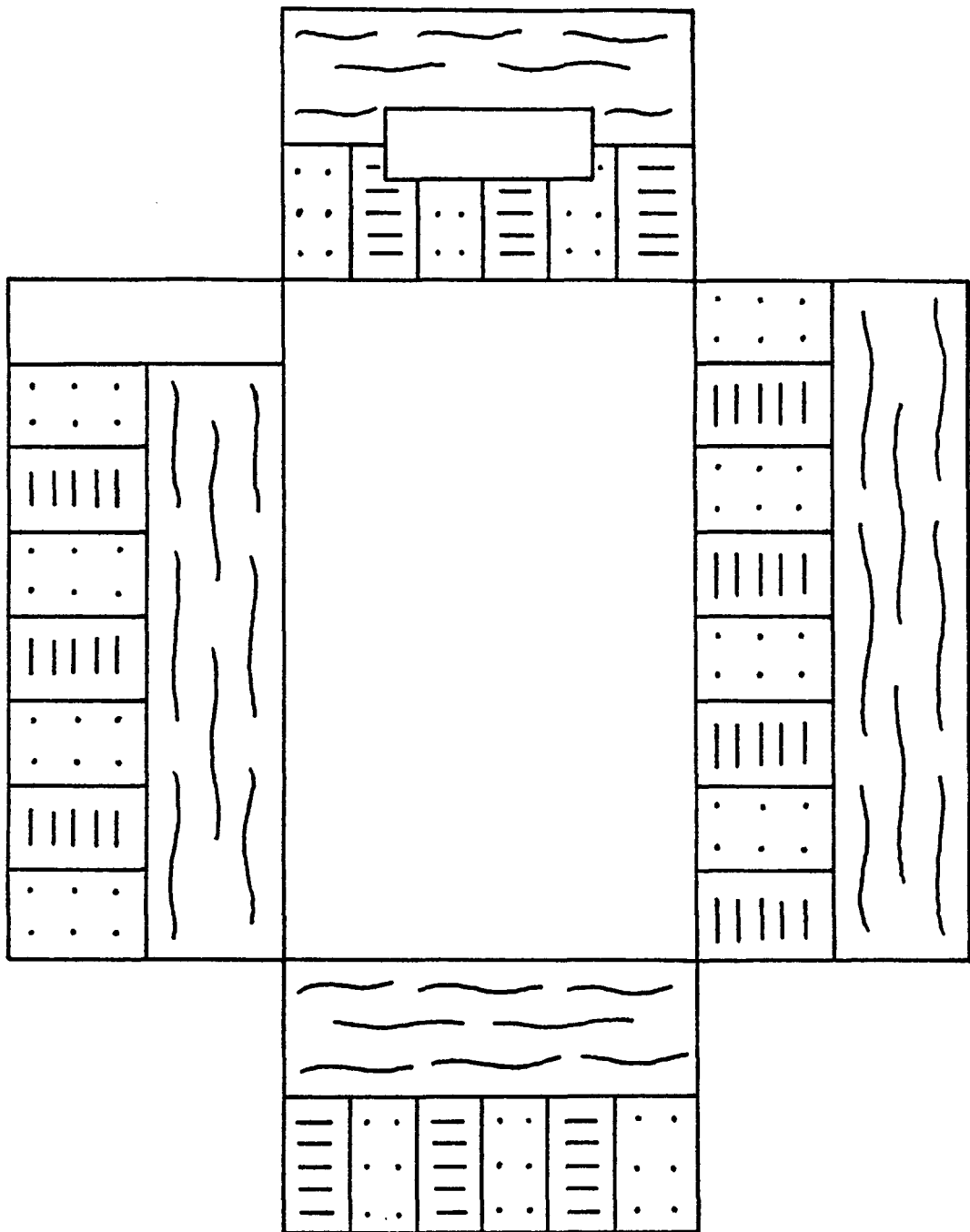
Como se observa, empleando estos materiales se consigue una absorción adicional.

En la siguiente tabla, se comparan las absorciones conseguidas con las restantes.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Absorción del recinto Ar	3,05	4,15	4,08	3,01	2,44	3,11
Absorción adicional Ad	7,07	8,26	7,92	8,19	9,18	9,64
Ar + Ad	10,12	12,41	12,00	11,19	11,62	12,75
Absorción necesaria An	11,27	11,27	11,27	11,27	11,27	11,27

La diferencia está dentro del margen admisible de error; ya que este es del 10% y, como se observa, se cumple en este caso.

A continuación se muestra la disposición de los diferentes materiales absorbentes en el recinto.

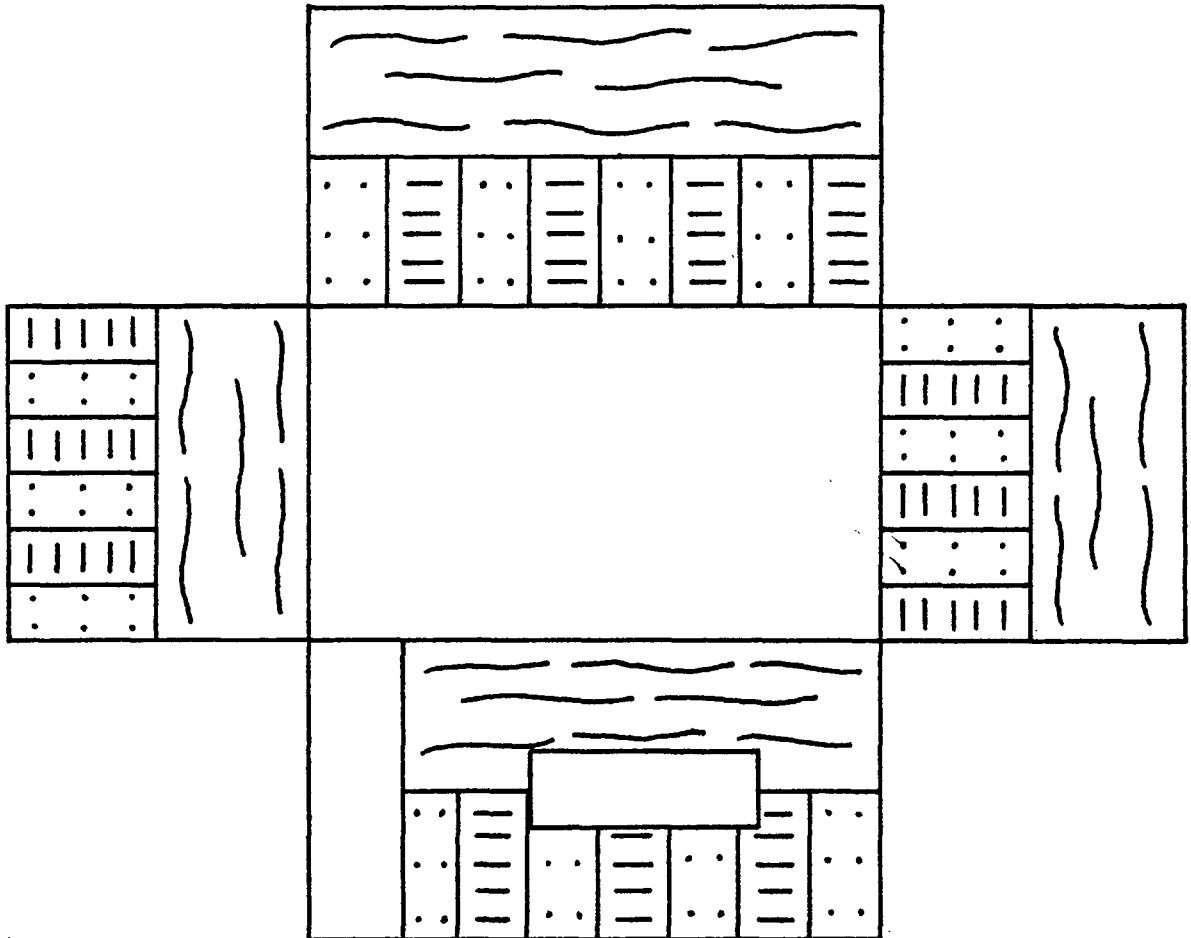


Disposición de los materiales en el estudio Escala 1:50

Los cálculos de las diferentes superficies son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 - \text{Madera contrachapada} &= 4,88 \times 1,95/2 + 2,92 \times 1,95/2 + \\
 &4,28 \times 1,95/2 + 0,32 \times 1,95/2 + 2 \times ,96 \times 0,5 = 13,05 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

- Madera de 5 mm barnizada = $(6 \times 0,6 + 0,68 + 3 \times 0,48) \times 1,95/2 = 5,577 \text{ m}^2$
- Suelo y techo = $4,88 \times 2,93 = 14,3 \text{ m}^2$



Disposición de los materiales en el control Escala 1:50

7.1.6. Diseño del sistema de iluminación

Aplicando los principios del manual de iluminación de Philips, y con los manuales de acústica, determinamos las siguientes cantidades de energía luminosa.

- Para crear ambiente en el estudio y en el control basta

con una cantidad de 330 lux.

- Para puntos donde se necesiten spots de luz para leer u otra aplicación, es necesario una cantidad de 500 lux.
- Para el pasillo, es necesario una cantidad que va desde los 100 a 190 lux.

Partiendo de estos datos calculamos la cantidad equivalente en vatios de potencia de las luminarias; los cuales son:

- Una cantidad de 330 lux en un recinto de las dimensiones del estudio o del control basta con 160w para una iluminación general de dicho recinto.
- Con una cantidad de 500 lux para los spots luminosos basta con focos de 150w más la iluminación general.
- Para el pasillo, que varía de 100 a 190 lux, es suficiente con 36 w.

Por todo ello, a continuación se expresan algunos tipos de iluminación de las marcas Philips y Mazda; pudiendo ser el sistema empotrable o no.

7.1.6.1. Sistema sin empotrar

7.1.6.1.1. PHILIPS.

- Estudio.

1 luminaria NLK 770/107 con lámpara PL-C 26 w para conseguir el ambiente.

3 luminarias NLK-531 con difusor y cuatro tubos fluorescente TLD-18w para iluminación general.

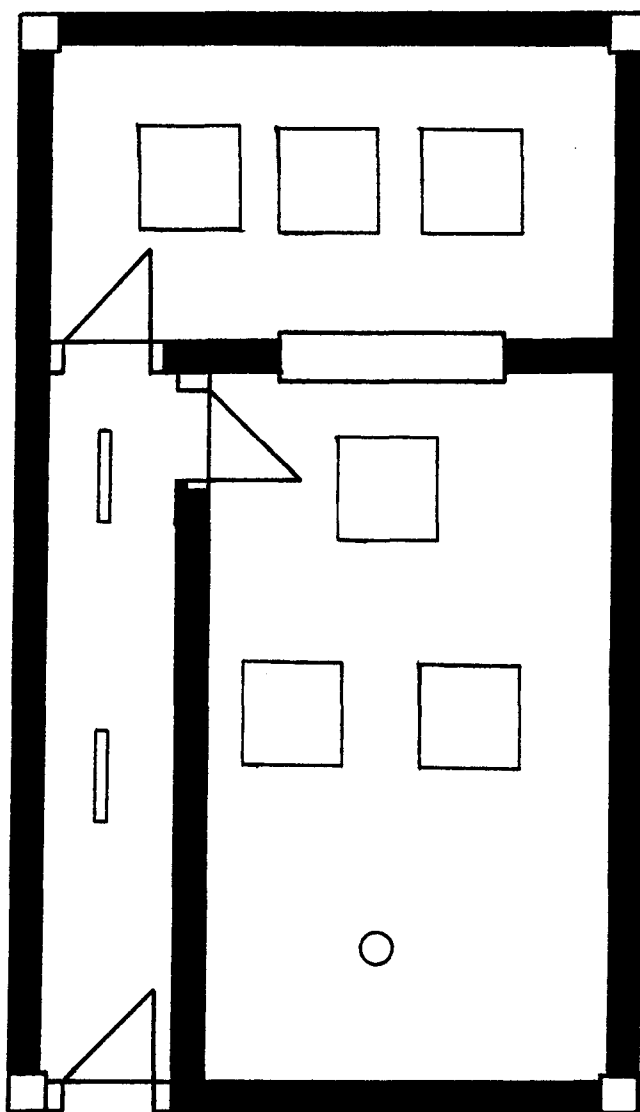
- Cabina de control.

3 luminarias NLK-531 con difusor y cuatro tubos

fluorescentes TLD-18w para iluminación general.

- Pasillo.

2 luminarias NLD 100/118/0 con lámparas SL de 18w
cada una para la iluminación general.



Escala 1:50

7.1.6.1.2. MAZDA.

- Estudio.

7 espaciolita 48301 con tubos fluorescentes TFP 36 w (4000 K) blanco brillante, con panel de antideslumbramiento.

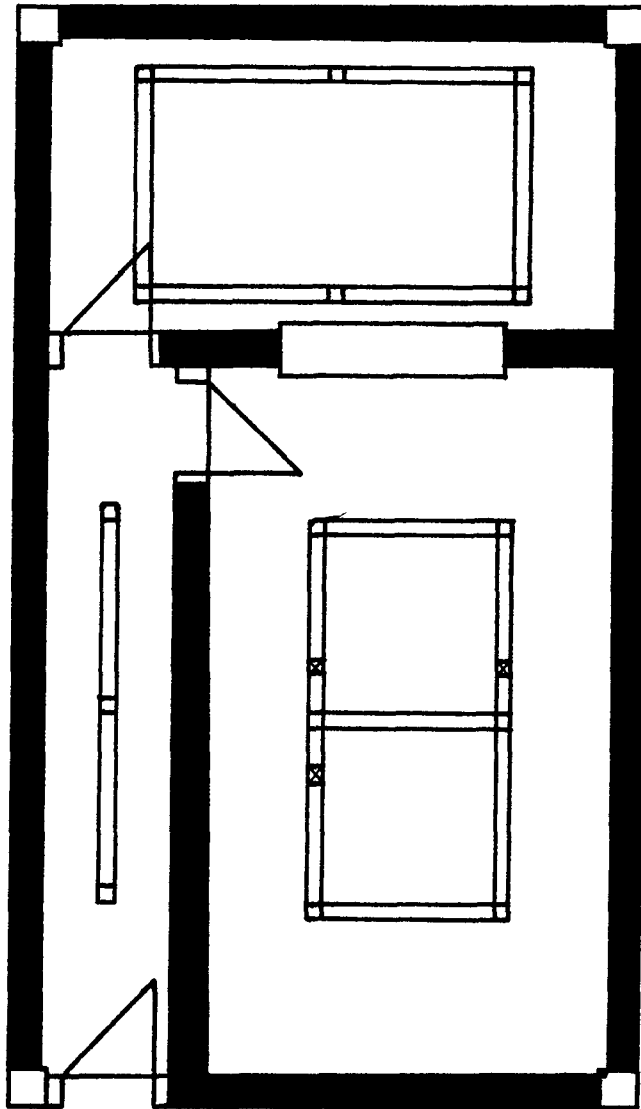
3 spots de luz del sistema espaciolita de 150 w cada uno.

- Cabina de control.

6 espaciolita 48301 con tubos TFP 36 w blanco brillante con panel de antideslumbramiento.

- Pasillo.

2 luminarias EUROPA RBM-18-BF con lámparas TF"P" de 18w cada una.



Escala 1:50

7.1.6.2. Sistema empotrado

7.1.6.2.1. PHILIPS.

- Estudio.

5 luminarias TBS-930L/218 PL/O AF con difusor y dos lámparas PL-18w para iluminación general.

6 luminarias 668 BT; con transformador TRF-HAL para cada una de las luminarias; así como

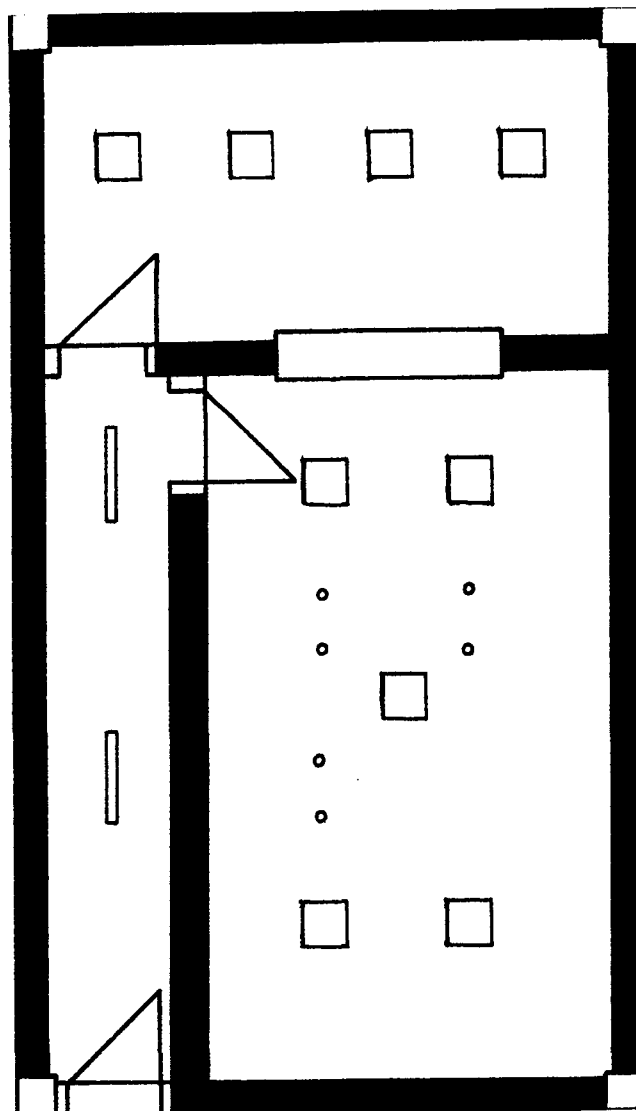
lámparas 668 BT-NG para cada luminaria.

- Control.

4 luminarias TBS-930L/218 PL/O AF con difusor para cada luminaria y dos lámparas PL 18w para cada una de ellas.

- Pasillo.

2 luminarias NLD-12 con una lámpara TLD para cada una de ellas.



Escala 1:50

7.1.6.2.2. MAZDA

- Estudio.

5 luminarias HALCON-PV-318/DL BF con difusor para cada luminaria y tres lámparas TF"P" para cada una de las luminarias. Esta iluminación es general.

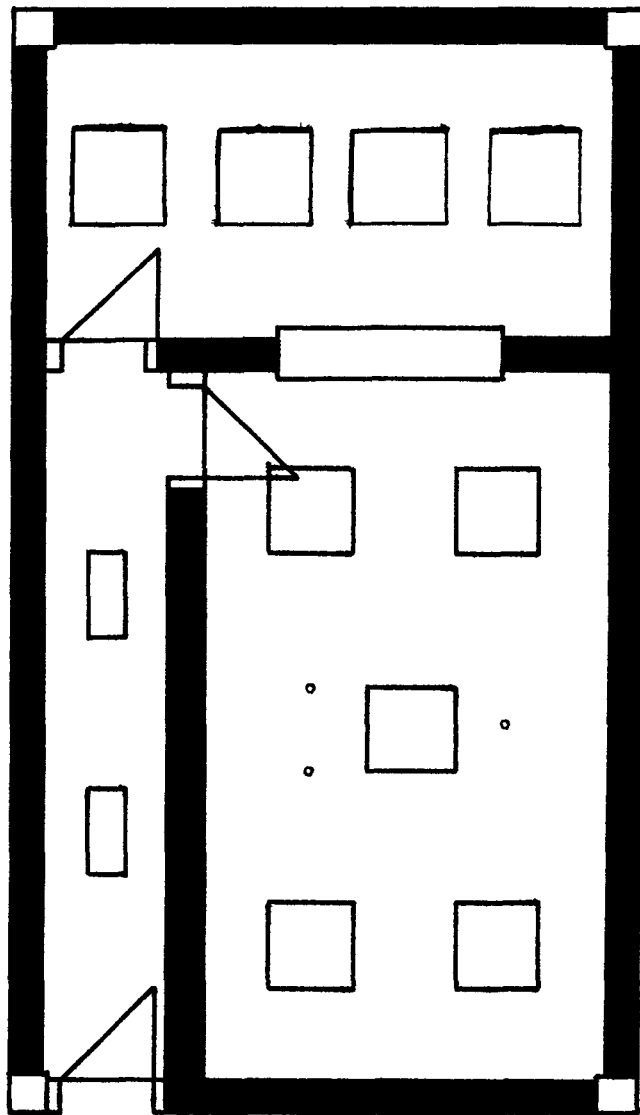
3 luminarias 77865 con lámparas MAZDAPAR E 120w para spots de luz en el estudio.

- Control.

4 luminarias HALCON-PV-318/DL BF con difusor para cada luminaria y tres lámparas TF"P" para cada una de las luminarias. Esta iluminación es general.

- Pasillo.

2 luminarias HALCON-218/P-30/25 BF con difusor para cada luminaria y dos lámparas TF"P" para cada una de ellas. Este tipo de iluminación es general.



Escala 1:50

7.1.7. Diseño del sistema de aire acondicionado

Partiendo del recinto, calculamos el sistema de aire acondicionado según las recomendaciones dadas por el manual de acondicionamiento de Interclisa y por las recomendaciones de don Manuel Recuero.

A continuación se da una tabla en la que está el diseño del

sistema de aire acondicionado.

Hay que tener en cuenta que se han supuesto las temperaturas extremas tanto para verano como para invierno.

Al final del proyecto, en los apéndices, viene una descripción de como calcular la tabla que se muestra a continuación.

		VERANO				INVIERNO							
TRANSMISION		MODULO HOJA				CENTRAL FRIGORIFICA HOJA							
		S	K	S x K	ΔT	SENSIBLE	S x K	ΔT	SENSIBLE				
	Cristal blanca	4	5,4	21,6	12	259,2				30,8	23	707,94	
	Antepedra ligera												
	Pared exterior	3,4	3,1	1		37,8	10	378		37,8	23	869,4	
	Pared interior												
	Medianera												
	Techo	30,9	1,2	37,1	5	185,64				37,1	12	445,53	
	Suelo	30,9	1,2	37,1	5	185,64				37,1	12	445,53	
RADIACION	Cristal blanca	4		380 x 0,5		760							
	Cristal color												
	Claraboya												
		LATENTE				LATENTE			TOTAL		2468,412		
OCCUPACION	N.º Personas	3-5											
	Latente	60 x 5		300									
	Sensible	60 x 5				300							
ILUMINACION	Wts/m²	51											
	Kws	= 860 x 4,9				4260							
	CV	= 640				4386							
TOTAL INTERIOR		300		10714						TOTAL INTERIOR		2469	
VENTILACION	VENTILACION m³/h.750									m³/h.750 x 0,3 = 23		5175	
	LATENTE 3,4 x 750	2550											
	SENSIBLE 2,75 x 750			2063									
TOTAL		2850		12777						TOTAL CAL		7644	
TOTAL REFRIGERAC.		15627		FRIG/M		FRIG/M							

Notas:

- Suponemos 3 personas en el estudio y 2 en el control; que equivale a uno de los peores casos.

- Cálculo de los vatios totales:

$$W \text{ totales de iluminación} = 36 \times 7 + 3 \times 150 + 6 \times 36 + 2 \times 18 = 954w$$

$$W \text{ de los aparatos} = 4000w \text{ (suponemos el peor caso)}$$

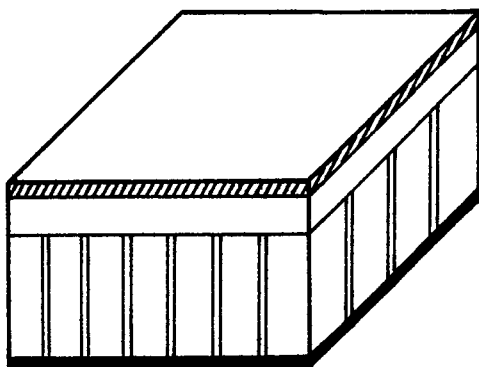
$$W \text{ totales finales} = 4000 + 954 = 4954w$$

Con todos estos datos, podemos utilizar la unidad de aire acondicionado de Interclisa que tiene la denominación LSUS-74F cuyas características aparecen en el apéndice de este proyecto.

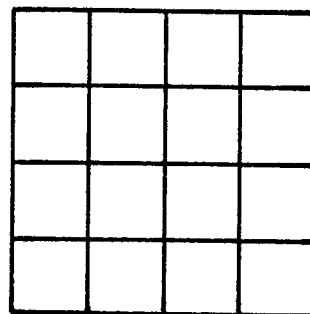
7.1.8. Forma y tipo del suelo del recinto

En el suelo se coloca una moqueta de goma. Sobre ella, a un altura de 8 cm se coloca el suelo artificial; el cual está compuesto por un soporte de madera, encima del cual se encuentra un panel PF de Isover y encima de este último una moqueta de 1 cm de grosor. Con todo ello, se consigue aislar de vibraciones al suelo artificial y se permite el paso del cableado por debajo de este tipo de suelo.

Una descripción esquemática del mismo se da a continuación.



Escala 1:5



Escala 1:25

El tamaño de los suelos es el siguiente:

- Estudio: $2,93 \times 4,88 = 14,3 \text{ m}^2$

- Control: $2,17 \times 3,73 = 8,1 \text{ m}^2$

en total $22,4 \text{ m}^2$.

Como el tamaño del panel de Isover es de $1,35 \times 0,6$ tendremos que utilizar 20 paneles para el estudio y 12 para el control; lo que hace un total de 32 paneles.

Hay que tener en cuenta que la unión a los extremos del suelo se debe hacer con un material elástico (estilo a la goma que se emplea para la pecera o para el marco de la puerta de entrada al estudio).

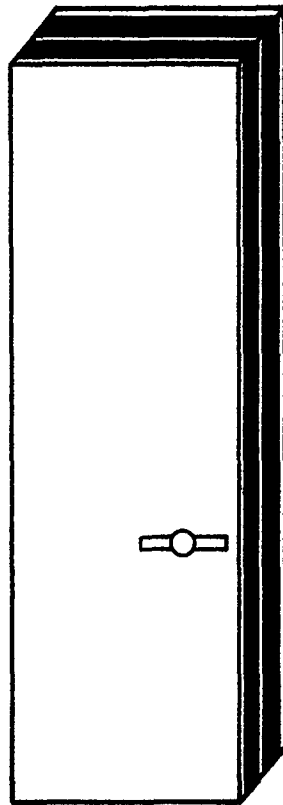
7.1.9. Puertas

1. Puerta del estudio.

El tipo de puerta será blindada. Con ella se consigue un buen aislamiento. El marco de la puerta se recubrirá de una goma para que cuando se cierre

la puerta quede totalmente hermética y no pasen a través de los huecos entre la puerta y el marco las ondas sonoras.

Esta puerta no tendrá cerradura; solamente una agarradera para poder abrirla y cerrarla; cuidandose en aislar todo el mecanismo de apertura con goma para impedir el paso del sonido hacia el estudio.



Escala 1:20

2. Puerta de entrada al control.

Será de madera (no hace falta que sea blindada, aunque se aconseja) y de las mismas dimensiones. Se

tendrá en cuenta todo lo expuesto anteriormente para evitar que pase el sonido desde el pasillo al control.

3. Puerta de entrada al pasillo.

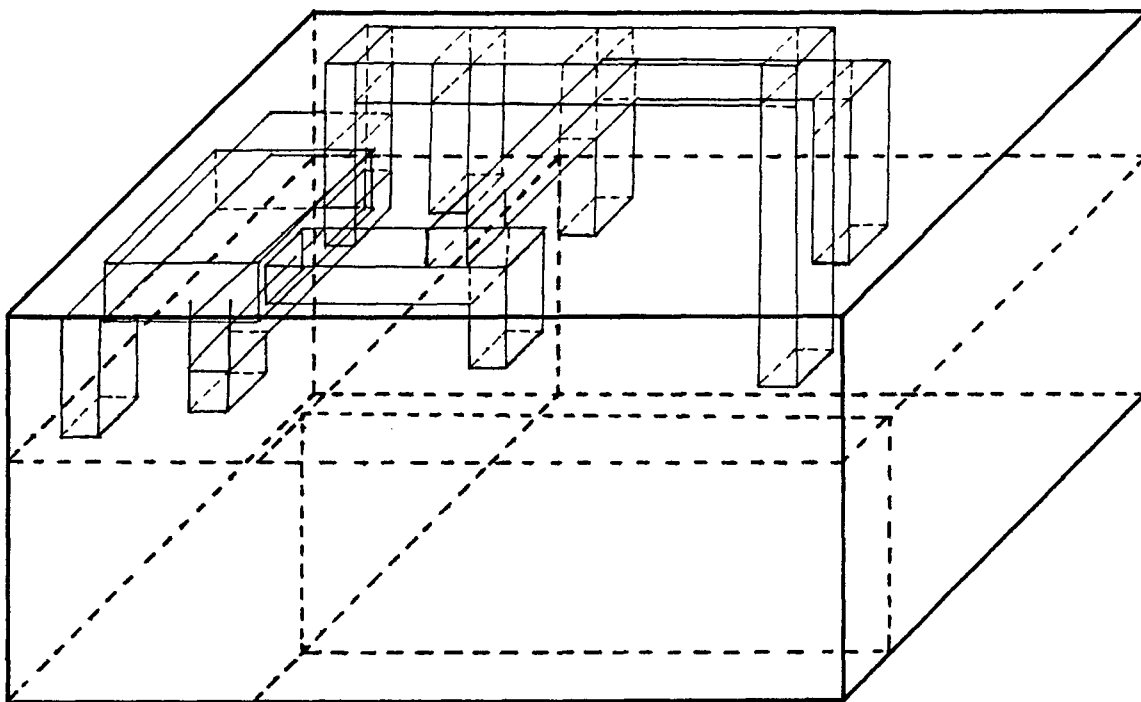
Se utilizará una blindada con cerradura teniendo en cuenta lo expuesto para el aislamiento con las anteriores puertas.

7.1.10. Características del techo

El techo estará compuesto por un falso techo como se indica en las tablas del apartado 5; el cual es arborite de 3,5 cm de espesor. Este va suspendido del techo real por medio de unos soportes de alambre y unido entre las placas de arborite por una estructura metálica. En el montaje hay que tener en cuenta que las uniones a los extremos se realizarán por medio de goma, para evitar el paso del sonido a través del techo.

Por encima del falso techo circularán los tubos del sistema de ventilación y el cableado eléctrico del estudio y del control.

A continuación se muestra una descripción de como es la estructura del estudio completo con el sistema de aire acondicionado incluido.



Escala 1:67

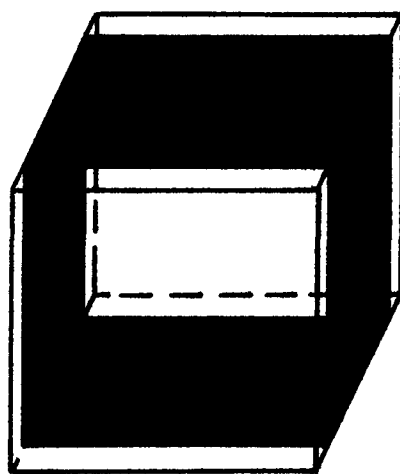
7.1.11. Características de la pecera

Esta estará compuesta por dos cristales no paralelos separados por un medio aislante como es el aire y un absorbente como puede ser el panel PF de Isover que empleamos para el suelo. La separación entre los dos cristales será de 20 cm y, con ello, se consigue que pasen pocas ondas sonoras del estudio al control y viceversa. En los extremos se utilizará goma para evitar el paso del sonido a través de estas esquinas.

El tipo de cristal a emplear es una estructura especial para este tipo de casos, denominada CLIMALIT; la cual, está diseñada para que pasen pocas vibraciones sonoras a través de ella. También tiene unas

características determinadas como son el grosor de los cristales (son un poco gruesos, depende de la casa que fabrique la estructura) y el color, que suele ser prácticamente transparente.

A continuación se da una sección esquemática de la pecera, teniendo en cuenta que las dimensiones son 1,5 x 1 m de cada uno de los dos cristales de que se compone.



Escala 1:20

8. PRESUPUESTO

En este apartado del proyecto, se dan los precios de los materiales y las direcciones de las empresas que los venden. Dichas empresas han sido seleccionadas entre varias y, las que figuran en este apartado, son las que ofrecen una mejor relación calidad/precio.

8.1. ILUMINACION

8.1.1. ILUMINACION NO EMPOTRABLE

8.1.1.1. PHILIPS

TIPO	CANTIDAD	CODIGO	PRECIO(C/U)	PRECIO TOTAL
Luminaria NLK 770/107 COMBI	1	23475	4085	4085
Lámpara PL-C de 26w	1	43982	3500	3500
Luminaria NLK-531	6	20141	8520	51120
Difusor para luminaria tipo NLG-530/618	6	20311	5730	34380
Lámpara fluorescente TLD-18w	12	22968	895	21480
Luminaria NLD 100/118/0	2	42007	1730	3460
Lámparas SL-18w	2	45473	1050	2100
			TOTAL	120125

8.1.1.2. MAZDA

TIPO	CANTIDAD	CODIGO	PRECIO(C/U)	PRECIO TOTAL
Luminaria ESPACIOLITA 48301	15	5109	12560	188400
Lámpara TF-36w	15	25214	895	13425
Panel anti- deslumbrante	15	5101	830	12450
Tapa para foco	3	5099	2450	7350
Foco de 150w	3	70865	6240	18720
Lámpara para foco de 150w	3	2413	2200	6600
Nuez	13	5079	2600	33800
Fijación directa	15	5096	1010	15150
			TOTAL	295895

8.1.2. ILUMINACION EMPOTRABLE

8.1.2.1. PHILIPS

TIPO	CANTIDAD	CODIGO	PRECIO(C/U)	PRECIO TOTAL
Luminaria TBS-930L/218 PL/0	9	48509	5940	53460
Difusor para luminaria	9	51909	1960	17640
Lámparas PL-18w	18	43981	1960	35280
Luminaria 668 BT	6	51399	2590	15540
Transformador para luminaria tipo TRF-HAL	6	60859	1600	9600
Lámparas tipo 668 BT-NG	6	51400	2590	15540
Luminarias NLD-12	2	28920	3110	6220
Lámparas TLD-18w	2	10162	985	1970
			TOTAL	155250

8.1.2.2. MAZDA

TIPO	CANTIDAD	CODIGO	PRECIO(C/U)	PRECIO TOTAL
Luminaria HALCON- PV-318/DL BF	9	48698	7450	62050
Difusor para luminaria	9	51859	3310	29790
Lámparas TF"P"	27	25210	895	24165
Luminarias 77865	6	77865	5240	31440
Lámparas MAZDAPAR E 120w	3	08034	1000	3000
Luminarias HALCON- 218/P-30/25 BF	2	05800	5700	11400
Lámparas TF"P"	4	25211	895	3580
Difusor para luminarias HALCON	2	06310	2350	4700
			TOTAL	175125

8.2. ACONDICIONAMIENTO DEL ESTUDIO Y CONTROL

8.2.1. MADERA CONTRACHAPADA

La madera contrachapada se vende en paneles de 2,44 x 1,22 m , con un espesor de 1 cm.

Para el estudio hacen falta 8 paneles y para el control 6; por lo tanto, en total hacen falta 14 paneles.

El precio por panel es de 3570 pts.; luego, en total es:

TOTAL MADERA CONTRACHAPADA 49980 PTS.

8.2.2. MADERA DE PINO "INSIGNIS"

La madera se vende por metros cúbicos. En nuestro caso, vamos a tener en cuenta la madera de Pino del tipo Insignis; cuyas dimensiones son las siguientes: 0,3 x 3 m.

Para el estudio se necesitan 9 tablones de madera y para el control otros 9; lo que hace un total de 18 tablones.

1 tablón ----- 0,009 m³

18 tablones ----- 0,162 m³

Como el m³ de tablón de madera vale 33000 pts. el total de la madera es:

TOTAL MADERA DE PINO 5346 PTS.

8.2.3. PARED

La pared del estudio y control es de 13 m^2 .

$(4,88 + 2,93) \times 2,07 - 2 \times 0,6 \times 1,95 - 1 \times 1,5 =$
 $12,3267$; prácticamente 13 m^2

El m^2 de pared para el estudio, incluyendo materiales, encofrados y revestimiento es de 2500; por lo que, 13 m^2 costarán

TOTAL PARED 32500 PTS

8.2.4. ESTRUCTURA CLIMALIT PARA PECERA

La pecera la vamos a hacer con una estructura ya prefabricada de cristal y material aislante, llamada CLIMALIT. Este cristal tiene unas características especiales; por las que este tipo de cristal es el apropiado para las peceras.

En nuestro caso vamos a utilizar una estructura Planiluc de 6 cm con una cámara de aire de otros 6 cm y un cristal de 5 cm; cuyas dimensiones son: $1,5 \times 1 \text{ m}$.

El coste de esta estructura ya montada es de 26601 pts.

TOTAL DE LA PECERA 26601 PTS.

Por lo tanto, el coste total de la sección de Acondicionamiento del estudio y el control es de:

TOTAL DEL ACONDICIONAMIENTO 81927 PTS.

8.3. ACONDICIONAMIENTO DEL SUELO

8.3.1. GOMA DEL SUELO

Para el estudio se necesitan $14,3 \text{ m}^2$ y para el control $8,1$; lo que hace un total de $22,4 \text{ m}^2$.

Como el m^2 de goma vale a 36000 pts. el precio total será:

TOTAL GOMA DEL SUELO 80640 PTS

8.3.2. ESTRUCTURA DE MADERA

La estructura será de $25 \times 25 \text{ cm.}$; por lo que serán necesarios 13 tablones de madera de pino Insignis para el estudio y 9 para el control. En definitiva 22 tablones.

Como la madera se vende por m^3 , tenemos:

1 tablón ----- $0,009 \text{ m}^3$

22 tablones --- $0,198 \text{ m}^3$

Como el m^3 de madera vale a 33000 pts. esto costará:

TOTAL ESTRUCTURA DE MADERA 6534 PTS

8.3.3. PANELES PF DE ISOVER

Cada panel tiene unas dimensiones de $1,35 \times 0,6 \text{ m.}$ y un precio por unidad de 663 pts.

Para el estudio se necesitan 17 y para el control 15. En total 32 paneles. Luego, el total será:

TOTAL PANELES PF DE ISOVER 21216 PTS

8.3.4. MOQUETA DEL SUELO

Como la superficie del estudio es de $14,3 \text{ m}^2$ y la del control es de $8,1$; se necesitarán en total $22,4 \text{ m}^2$ de

moqueta; cuyo precio por m² es de 1000 pts, lo que hace un total de:

TOTAL DE MOQUETA 22400 PTS

8.3.5. GOMA PARA AISLAR LAS ESQUINAS DEL SUELO

Se necesitan unos 16 metros de dicha goma. Sus dimensiones son 0,5 cm de ancho por 2 cm de alto.

El precio por metro es de 200 pts. Luego el total es:

TOTAL GOMA PARA AISLAR LAS ESQUINAS DEL SUELO 3200 PTS

El total de la sección del suelo es:

TOTAL DE LA SECCION DEL SUELO 133990 PTS

8.4. ACONDICIONAMIENTO DEL TECHO

	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO (C/U)	TOTAL
A)	ESTUDIO			
	Paneles ARBORITE			
	de 0,6 x 1,2 m	21	1200	25200
	Bordes de 3 m	6	400	2400
	Perfiles de 3,65 m	8	648	5184
	Secundarios de 1,2 m	12	218	2616
B)	CONTROL			
	Paneles ARBORITE			
	de 0,6 x 1,2 m	13	1200	15600
	Bordes de 3 m	4	400	1600
	Perfiles de 3,65 m	4	648	2592
	Secundarios de 1,2 m	6	218	1308
TOTAL DEL TECHO				56500

8.5. AIRE ACONDICIONADO

La unidad de aire acondicionado elegida para este recinto es el modelo TAS-54F de INTERCLISA; cuyas características son aptas para la tabla que hemos calculado del aire acondicionado.

En el apéndice de este proyecto vienen las características de dicha unidad de aire acondicionado.

Su precio es de unas 610000 pts.

Hay que tener en cuenta, que hay que añadirle a la unidad de aire acondicionado todos los conductos de entrada y salida de aire; por lo que el precio de la instalación completa (unidad de aire acondicionado y conductos de aire) asciende a la cantidad de:

TOTAL AIRE ACONDICIONADO 1200000 PTS

8.6. PUERTAS DEL ESTUDIO, CONTROL Y PASILLO

Las puertas serán blindadas como se muestra en el esquema de puertas en las secciones anteriores.

La construcción de cada puerta asciende a 30000 pts (sin contar los paneles PF de ISOVER). Como cada puerta lleva 3 paneles y cada panel vale 663 pts. el precio de cada puerta asciende a 31989 pts. Luego, el total de las 3 puertas será:

TOTAL DE LAS 3 PUERTAS AISLADAS 95967 PTS

8.7. PRESUPUESTO TOTAL

El presupuesto total es la suma de todos los presupuestos parciales de este apartado 8. La suma total asciende a cuatro cantidades distintas; ya que, hemos expuesto cuatro tipos distintos de iluminación y, por lo tanto, según la que empleemos nos dará una cifra determinada. Debido a ello, el presupuesto lo vamos a poner en función del tipo de iluminación empleado.

COSTE TOTAL DEL ACONDICIONAMIENTO:

1. Con iluminación no empotrable de PHILIPS.... 1721009
2. Con iluminación no empotrable de MAZDA.....1896779
3. Con iluminación empotrable de PHILIPS.....1756134
4. Con iluminación empotrable de MAZDA.....1786009

9. LOCALIZACION DE LOS MATERIALES

A continuación se va a dar una relación de empresas donde se pueden conseguir los materiales empleados en la construcción de la emisora de Frecuencia Modulada.

9.1. MADERA

Se puede encontrar la madera en el siguiente almacén de madera:

S. AFONSO MARRERO C/ Venegas, 60-64

Teléfono: 36-29-79

9.2. PANELES PF DE ISOVER, TECHO (ASI COMO TODO LO NECESARIO PARA EL PROPIO TECHO)

Se pueden encontrar en la siguiente empresa especializada en todo tipo de aislamientos:

CADASA C/Leon y Castillo, 89

Teléfonos: 24-08-49 y 24-73-65

9.3. MOQUETA DEL SUELO Y GOMA PARA AISLARLO

Lo podemos encontrar en las siguientes empresas del sector:

A) SIEMENS MAQUINARIA S.A. C/Alfredo M. Reyes, 7

Teléfonos: 20-10-00 y 20-39-92

B) COMERCIAL CID S.A. C/Jeronimo Falcon, 18

Teléfono: 24-04-26

9.4. PUERTAS

Para fabricar las puertas se ha recurrido a un carpintero:

ANTONIO DIAZ DIAZ

Teléfono: 31-84-30

9.5. AIRE ACONDICIONADO

La unidad de aire acondicionado de INTERCLISA la podemos conseguir en su distribuidor en Las Palmas que es:

SANCHEZ ARENCIBIA C/Avda. Juan XXIII, 11

Teléfonos: 24-11-40 y 23-01-00

Para el acondicionamiento de todo el sistema de aire acondicionado, la empresa que ofrece mejor relación Calidad/Precio es la siguiente:

AIR-3 S.A. C/Pura Bascarán, 2

Teléfonos: 24-58-54 y 24-58-65

9.6. ILUMINACION

Para la iluminación se han elegido dos empresas líderes en el sector, como son PHILIPS y MAZDA. Sus direcciones en Las Palmas son las siguientes:

A) PHILIPS C/Torres, 10

Teléfonos: 36-31-85; 38-29-70 y 38-27-18

B) MAZDA C/Dr. Juan de Padilla, 7

Teléfono: 36-05-14

APENDICES

APENDICE A

ILUMINACION

La ley de continuidad

Esta última ley estipula que las figuras incompletas se continúan y completan en la mente del observador (Fig. 4-25). Este efecto queda reforzado cuando las figuras se aprecian en perspectiva.

La perspectiva crea también diagonales inesperadas en las disposiciones rectangulares de luminarias, compitiendo las diagonales con el fenómeno familiar de las filas paralelas de luminarias que parecen converger en la distancia (Fig. 4-26). Esto significa en la práctica que es mejor emplear disposiciones «cuadradas» de luminarias para locales largos y estrechos, ya que las diagonales que así se crean son más imperceptibles.

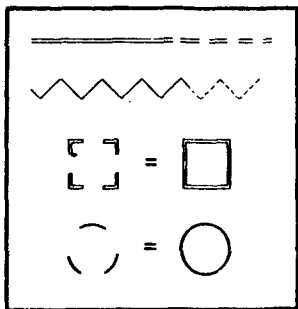


Fig. 4-25. La ley «gestáltica» de la continuidad. Las figuras incompletas se completan en la mente.

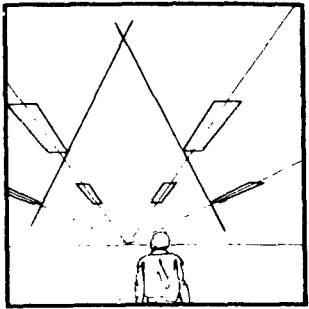


Fig. 4-26. La ley «gestáltica» de la continuidad. Diagonales inesperadas creadas por la perspectiva.

5. Diseño del alumbrado

Antes de iniciar el diseño de una instalación de alumbrado para un nuevo edificio debe existir ya una estrecha colaboración entre el arquitecto, el cliente, el ingeniero de iluminación y, si es necesario, el ingeniero de aire acondicionado en una etapa anticipada del proyecto.

Se requieren dibujos que muestren el plano y corte de cada local, incluyendo los detalles estructurales de techos y paredes. Si debe haber un sistema de aire acondicionado, el emplazamiento de los conductos y la disposición de las luminarias deben ser considerados en conjunto.

Para hacer los cálculos detallados del tipo y número de luminarias se requiere información previa sobre las reflectancias de paredes, techos y pisos. Asimismo, los cálculos de relaciones de luminancia en interiores necesitan el conocimiento de la decoración interior propuesta y del mobiliario.

5.1 Requisitos del alumbrado

Los tipos de alumbrado dependen principalmente del trabajo que se va a realizar en el local en cuestión. El punto de partida de cualquier diseño de alumbrado será siempre, por consiguiente, el espacio en sí, sus detalles constructivos, su finalidad, el trabajo que debe realizarse en él y las tareas visuales implicadas.

Descartados por el momento los proyectos especiales (tales como los de salas de deportes, hospitales, etc.), podemos formar los siguientes grupos de locales con respecto a sus requisitos de alumbrado.

5.1.1 Trabajos en interiores

Al diseñar el alumbrado para una sala destinada a realizar algún tipo de trabajo, la meta más importante es la de obtener buenas condiciones visuales en el plano de trabajo. Una meta secundaria sería la creación de un medio ambiente visual que ejerciese una influencia positiva sobre el rendimiento y el bienestar de sus usuarios.

5.1.2 Tiendas, almacenes y salas de exposiciones

En los locales destinados a la exposición de objetos la meta principal del alumbrado es la de obtener una presentación atractiva que concentre la atención sobre ellos y muestre los objetos exhibidos en la forma más ventajosa. En los escaparates debe dominar el aspecto estético y publicitario del alumbrado, lo que se puede lograr con altos niveles de luminancia. Como alternativa pueden utilizarse, para obtener el mismo efecto, focos con luz de tonalidad blanca o de colores, una iluminación dinámica con movimiento programado y otros dispositivos semejantes.

En museos y galerías de arte el alumbrado debe dar el correcto rendimiento en color de los diferentes cuadros o lienzos, documentos, etc., exhibidos. Al mismo tiempo deben tomarse precauciones contra una posible decoloración o una pérdida gradual de color resultante de la exposición de estos objetos a la luz durante mucho tiempo o con demasiada intensidad.

Por consiguiente, la iluminación procedente de la luz diurna y artificial debe reducirse considerablemente e incluso eliminarse totalmente durante las horas en que el edificio esté cerrado al público.

5.1.3 Locales domésticos

En las salas destinadas al uso diario, la comodidad visual y la impresión estética son los factores decisivos, para los cuales sólo se pueden dar pautas generales. En caso de que se realicen en ellas tareas visualmente exigentes deben tomarse en cuenta los requerimientos válidos para salas de trabajo.

5.1.4 Areas de circulación

En entradas, corredores, pasillos y escaleras el alumbrado sirve principalmente para orientación y seguridad. Por consiguiente, en estas áreas la iluminación vertical puede ser más importante que la horizontal.

5.1.5 Areas exteriores de trabajo

Para áreas exteriores de trabajo adyacentes a un interior iluminado (por ejemplo, los surtidores de una estación de gasolina), la iluminación del exterior deberá ser semejante a la del interior en un grado que dependerá de las circunstancias.

5.2 Sistemas de alumbrado

Un análisis del local a iluminar y de las tareas visuales que se van a realizar en el mismo determinará la selección del sistema de alumbrado, así como la distribución y disposición de las luminarias.

Los sistemas más comunes de alumbrado son los que proporcionan:

- Iluminación General.
- Iluminación localizada.
- Iluminación local + iluminación general.

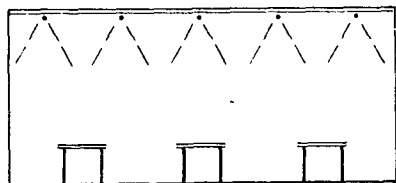


Fig. 5-1. Iluminación general.

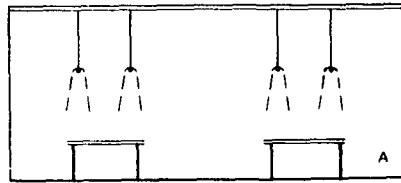


Fig. 5-2. Iluminación localizada: a) Agrupada. b) Conmutada.

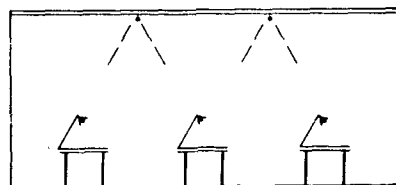


Fig. 5-3. Iluminación local + iluminación general.

5.2.1 Iluminación general

Un sistema de alumbrado general proporciona la iluminancia que se requiere sobre el plano horizontal con un determinado grado de uniformidad. La iluminancia media deberá ser igual a la iluminancia que requiera la tarea específica visual. La iluminación general se obtiene mediante una colocación regular de las luminarias bajo el área total del techo o en filas continuas de luminarias que mantienen la misma separación (Fig. 5-1).

5.2.2 Iluminación localizada

Un sistema de alumbrado localizado proporciona una iluminancia no uniforme del local. En los puestos de más interés, la iluminancia debe ser lo suficientemente alta, mientras que en los otros sitios (zonas de paso), la iluminancia queda limitada normalmente al 50% de la que correspondería al motivo de la tarea visual.

El alumbrado localizado puede obtenerse concentrando luminarias en ciertas áreas (Fig. 5-2A) o conmutando algunas luminarias dentro de la colocación regular usada para un alumbrado general (Fig. 5-2B). Cuando los puestos de trabajo no son permanentes hay que considerar en la primera opción que puede ser necesario volver a disponer las luminarias de otra forma.

5.2.3 Iluminación local + iluminación general

El alumbrado local se produce colocando luminarias cerca de la tarea visual, de manera que iluminen una pequeña área. Considerando las relaciones adecuadas entre la iluminación de la tarea y la de las áreas circundantes, el alumbrado local deberá ser suplementado con un sistema de alumbrado general (Figs. 5-3 y 5-4).

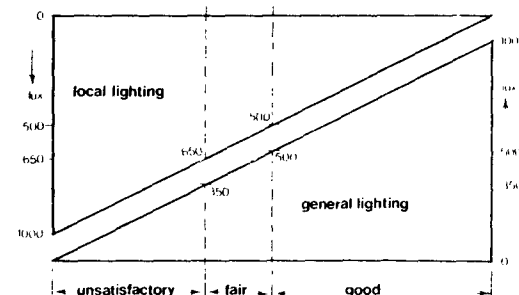


Fig. 5-4. El balance entre alumbrado local y alumbrado general.

Se recomienda iluminación local cuando:

- El trabajo implique exigencias visuales muy críticas, con iluminancias de 1.000 lux o más.
- La visión de formas y texturas requiera que la luz venga de una dirección determinada.
- La iluminación general no alcance a ciertas zonas debido a los obstáculos existentes.
- Se necesite mayor nivel de iluminación en beneficio de trabajadores de edad o trabajadores con comportamiento visual deficiente.
- El área sólo esté ocupada parcialmente durante largos períodos.

5.3 Uso parcial de luz natural en los edificios

El uso de luz natural y el tamaño y tipo de las ventanas no deben ser considerados aisladamente. Es necesario analizar las interacciones entre los aspectos del alumbrado natural y otros criterios de diseño como el consumo de energía, el alumbrado artificial, pérdidas y ganancias en calor, transmisión de sonido, etc.

En interés de la conservación de energía, la luz natural deberá considerarse seriamente como un medio para satisfacer las exigencias visuales preponderantes. Sin embargo, al hacerlo deberá excluirse la luz solar directa. La luz directa del sol perturba la ambientación física y visual hasta tal grado que se deben tomar toda clase de medidas para evitar que alcance las zonas de trabajo.

Los cálculos con luz natural se basan en la suposición de que el cielo está completamente nublado y que su distribución de luminancia es la definida por la CIE para un cielo cubierto estándar. Además debe obtenerse la distribución estadística de las iluminancias probables del cielo para una determinada localidad en relación con las épocas del año, la hora del día y las condiciones de orientación.

La luz natural que alcanza la zona de trabajo en un edificio puede expresarse por el factor de luz diurna, que es la relación de la iluminancia natural en un punto de un plano dado del interior del edificio debida a la luz procedente directa o indirectamente de un cielo con una determinada distribución de luminancia conocida o supuesta, a la iluminancia sobre un plano horizontal producida por la luz que emana de todo un hemisferio celeste con las mismas condiciones de luminancia y que alcanza el plano sin ninguna obstrucción. De ambos valores de iluminancia se excluye la luz directa del sol. El factor de luz diurna consta de tres componentes: la componente de cielo, la componente reflejada externamente y la componente reflejada internamente.

5.4 Control del alumbrado

La necesidad de conservar energía ha provocado muchas propuestas para ayudar a su conservación. Un ejemplo frecuentemente mencionado de despilfarro de energía es el uso del alumbrado artificial en los momentos en que la luz diurna es capaz de proporcionar la iluminación requerida.

Básicamente, hay cinco formas de controlar el nivel de iluminación artificial en un interior: conmutación manual, regulación manual, conmutación automática, conmutación escalonada y regulación automática.

5.4.1 Conmutación manual

Cuando la iluminación en un interior producida por luz diurna E_i rebasa la iluminación de diseño E_d el usuario puede desconectar el alumbrado artificial. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que en las zonas de trabajo los ocupantes encienden el alumbrado artificial si E_i es menor de aproximadamente el 60 % de E_d , y lo apagan cuando salen del trabajo y no cuando E_i sobrepasa el valor de E_d .

5.4.2 Regulación manual

Con la regulación manual del alumbrado artificial se evitan los cambios bruscos de iluminación inherentes a una conmutación, pero la exigencia de ajustar

continuamente el nivel de iluminación hace que el uso de este sistema esté limitado en la práctica a interiores domésticos.

5.4.3 Conmutación automática

Se pueden utilizar elementos fotoeléctricos para apagar el alumbrado artificial cuando E_i rebasa E_d . Aunque sí existen varias instalaciones en que la conmutación automática (por lo conocido hasta ahora) no ha provocado ninguna queja, hay también un cierto número de casos en que tales sistemas han tenido que anularse por su impopularidad entre los ocupantes del edificio en cuestión. Probablemente habría menos quejas si el sistema pudiera trabajar de manera que se apagara el alumbrado artificial después que E_i sobrepasara el valor de E_d en un 50 o un 100 %.

5.4.4 Conmutación escalonada

Las desventajas de un sistema de conmutación total (es decir, los molestos cambios bruscos en el nivel de iluminación y los consiguientes problemas de adaptación) pueden hacerse menos críticas si no se apagan y encienden todas las luminarias a la vez, sino de una manera gradual o escalonada. Por ejemplo, conmutando sucesivamente al 50 y al 100 % o mejor al 33, 67 y 100 %. Con este tipo de control se precisan luminarias especiales o sistemas de cableado adecuados (o las luminarias tienen que estar dotadas de balastos con varios niveles).

5.4.5 Regulación automática

El mejor sistema de control será el que de una manera continua mantenga un equilibrio entre la cantidad de iluminación natural y la artificial para que el nivel de iluminación de diseño se mantenga constante.

Tal sistema precisará el uso de una unidad reguladora y una combinación lámpara-balasto que permita la regulación desde cero a cien de una manera continua. En el momento de publicar este manual, las lámparas fluorescentes tubulares han de ser del tipo con calentamiento constante del cátodo, lo que implica que los circuitos tradicionales con balasto (aquellos que no permiten esta facilidad de calentamiento permanente) no son apropiados. En general es necesario llevar tres conductores hasta la lámpara en lugar de los dos habituales.

Las combinaciones clásicas lámpara-balasto pueden únicamente atenuarse al 60 % de su valor nominal de flujo, lo que se llama atenuación «límite».

5.5 Areas sin ventanas

Ciertos tipos de trabajo pueden exigir que los locales estén iluminados totalmente con alumbrado artificial. Al planificar el alumbrado de tales espacios, la norma a seguir debe tener en cuenta no sólo las consideraciones de producción y eficiencia, sino también los posibles efectos psicológicos de la iluminación en los usuarios. Por ejemplo, la sensación de incomodidad que siente la mayoría de la gente por la privación de la luz natural durante periodos largos puede suavizarse proporcionando un nivel de iluminación mayor que el normalmente requerido, siendo aconsejable un nivel de 1.000 lux al tener en cuenta este punto de vista. Otra solución a este problema sería construir ventanas en forma de banda estrecha para mantener el contacto con el mundo exterior; tales ventanas serían preferiblemente verticales más que horizontales.

5.6 Iluminación de espacios grandes

Los espacios muy extensos sin claraboyas pueden alumbrarse adecuadamente sólo mediante una iluminación artificial permanente. Tales instalaciones deben cumplir los siguientes requisitos:

- Proporcionar una iluminación adecuada para el tipo de trabajo que se ha de realizar.
- Psicológicamente, crear un ambiente alegre y animado.
- Evitar el efecto de silueta que resulta si los objetos se observan contra una ventana.
- Evitar el deslumbramiento proveniente de las ventanas que se encuentren dentro del campo de visión.

Para cumplir estos requisitos se ha determinado que la iluminación horizontal en estos espacios debe ser del orden de los 1.000 lux.

5.7 Alumbrado de emergencia

Alumbrado de emergencia es una instalación diseñada para entrar en funcionamiento si falla el alumbrado normal.

5.7.1 Clases de alumbrado de emergencia

Alumbrado de escape

Se define como el alumbrado necesario para que el edificio pueda ser evacuado con rapidez y seguridad en caso de emergencia. La iluminancia producida por el alumbrado sobre cualquier punto del suelo señalado como ruta de escape deberá ser del orden de un lux.

Alumbrado de seguridad

Es el alumbrado suficiente para garantizar la seguridad de las personas envueltas en trabajos de naturaleza potencialmente peligrosa (por ejemplo, manejando una sierra circular). La iluminancia sobre el área de trabajo que debe dar un alumbrado de seguridad no debe ser inferior al 5% de la dada por el alumbrado normal.

Alumbrado sustitutivo

Alumbrado suficiente para poder continuar las actividades de importancia vital durante una emergencia, por ejemplo, en salas de cirugía.

5.7.2 Tipos de alumbrado de emergencia

Alumbrado permanente de emergencia alimentado por un sistema de energía separado y automantenido

El suministro de energía en este tipo de alumbrado es completamente independiente de la red eléctrica (excepto cuando se cargan las baterías) y está formado por baterías de funcionamiento seguro y recargables por la red principal. Cada luminaria tiene su propia batería, que en situación normal está conectada de una manera «flotante» con la red eléctrica. En caso de un fallo de energía, las baterías entran en acción automáticamente. Si se restablece el servicio normal, las baterías vuelven a recargarse. Este sistema es el más fiable: cada lámpara sigue funcionando incluso durante un incendio o aunque se destruyan los cables de distribución.

Alumbrado de emergencia no permanente con encendido automático

Este tipo de alumbrado opera con un generador de emergencia o un centro de baterías que automáticamente entra en acción durante un fallo del suministro normal de energía. La desventaja del sistema provisto de generador es que necesita mantenimiento periódico. Otro inconveniente es que depende de la red de alumbrado existente para la distribución de energía de emergencia y, por consiguiente, ésta puede ser fácilmente interrumpida en caso de incendio, daño a la estructura del edificio, etc.

5.8 Depreciación de la eficiencia luminosa

Los niveles de iluminación resultantes en la instalación de alumbrado de un edificio disminuyen progresivamente en el curso de su funcionamiento por acumulación de polvo en las luminarias y otras superficies del espacio iluminado o por la disminución del flujo proporcionado por las lámparas a medida que éstas envejecen.

Los valores iniciales de iluminación pueden recuperarse mediante la limpieza periódica de las luminarias y el reemplazo de las lámparas a intervalos apropiados (Fig. 5-5). No seguir este procedimiento tendrá como consecuencias:

- Niveles de iluminación sustancialmente inferiores a los requeridos.
- Un reducido rendimiento económico de la inversión efectuada en la instalación y de sus costes de mantenimiento.
- Un aspecto de abandono de toda la instalación de alumbrado.

En el diseño de una instalación de alumbrado deberá tenerse en cuenta la depreciación de la eficiencia luminosa, proyectando inicialmente una iluminación mayor que la requerida. Este margen dependerá del programa de mantenimiento convenido entre el diseñador y el usuario. Será preciso seguir este programa si se quiere mantener el nivel de iluminación.

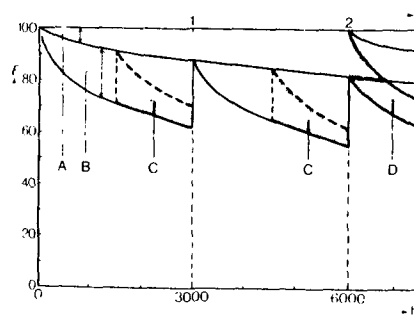


Fig. 5-5. Efecto de la depreciación, la limpieza y el reemplazo de lámparas sobre la iluminación E, en una instalación de lámparas fluorescentes en que:

y = número de años, con una utilización supuesta de 3.000 horas por año

h = horas de utilización

- A = pérdida debida al envejecimiento de la lámpara
- B = pérdida debida al ensuciamiento de la luminaria
- C = ganancia si se hace una limpieza cada seis meses
- D = ganancia si se reemplazan también las lámparas

5.8.1 Ensuciamiento de lámparas y luminarias

La mayor pérdida de luz puede atribuirse normalmente al polvo acumulado en la lámpara y en las superficies de la luminaria que deben controlar el flujo luminoso, ya sea por reflexión, refracción o difusión.

El valor de depreciación debida al polvo acumulado en estas superficies depende de su ángulo de inclinación, acabado y temperatura; también el grado de ventilación, de si está construida a prueba de polvo y de la polución existente en la atmósfera circundante.

La Fig. 5-6 muestra curvas típicas de la disminución del rendimiento luminoso de varias clases de luminarias. La depreciación del rendimiento luminoso puede reducirse seleccionando las luminarias más apropiadas a cada local. Las luminarias abiertas por abajo y cerradas por arriba acumulan polvo en mayor grado que las que tienen ventilación. En luminarias con ventilación aparecen corrientes de convección que expulsan el polvo a través de las aberturas en la carcasa de la luminaria, eliminándolo de las superficies de reflexión. En atmósferas muy polucionadas puede ser preferible instalar luminarias a prueba de polvo o estancas al polvo, algunas de las cuales tienen filtros que les permiten la «respiración» necesaria.

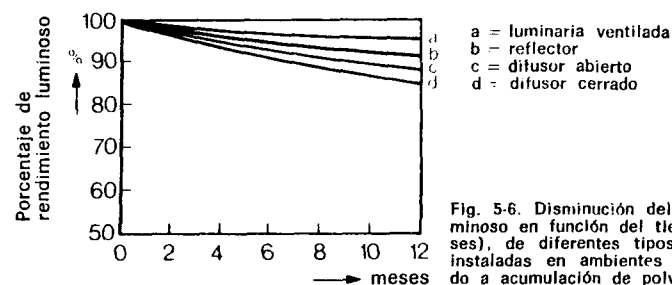


Fig. 5-6. Disminución del rendimiento luminoso en función del tiempo, t (en meses), de diferentes tipos de luminarias, instaladas en ambientes similares, debido a acumulación de polvo.

5.8.2 Ensuciamiento de las superficies del local

El polvo que se acumula en el techo y las paredes reduce su poder de reflexión y, por consiguiente, la cantidad de luz reflejada. La influencia que esto tiene en los cálculos de iluminancia dependerá, obviamente, del tamaño del local y de la distribución fotométrica de las luminarias.

Esta influencia será más notable en habitaciones pequeñas o donde se hayan instalado luminarias con gran componente de luz indirecta.

5.8.3 Depreciación del flujo luminoso de las lámparas

El flujo luminoso de todas las lámparas disminuye con el uso, pero hay amplias diferencias en el ritmo, según el tipo de lámparas. Por eso los cálculos de iluminación deben tener en cuenta la depreciación específica del flujo luminoso de la lámpara a instalar.

Los siguientes factores pueden influir sobre el ritmo de depreciación:

- Calidad de la lámpara y tipo de fósforo (si lo hubiere).
- Calidad del balasto (si lo hubiere) y características del circuito eléctrico asociado.
- Condiciones de funcionamiento, como, por ejemplo, frecuencia del encendido, temperatura de la ampolla y posición de montaje.

5.9 Mantenimiento

5.9.1 Factor de mantenimiento (en los Estados Unidos, factor de pérdida lumínica)

Al determinar el número de luminarias necesarias para conseguir la iluminancia requerida en una instalación es común incorporar en los cálculos un factor de mantenimiento. Este se define como la relación entre la iluminancia media de una instalación en el plano de trabajo después de cierto período de uso y la iluminancia media de la misma recién instalada. Tiene en cuenta, por consiguiente, la depreciación total causada por los varios factores ya descritos en este capítulo.

Si no se dispone de una información específica de la depreciación de lámparas y luminarias, de las superficies del local y del programa de mantenimiento, pueden utilizarse los valores indicados en la Fig. 5-7. Estos valores han sido establecidos para instalaciones con lámparas de descarga y luminarias para iluminación directa predominantemente. (Se supone una limpieza anual.)

Clasificación del local	Factor de mantenimiento para el flujo de la lámpara	Factor de mantenimiento para la suciedad de luminarias y superficies del local	Factor de mantenimiento total *
limpio	0,9	0,9	0,8
mediano	0,9	0,8	0,7
sucio	0,9	0,7	0,6

* Válido para un valor de flujo luminoso de la lámpara a las 100 horas. Si el flujo se da a las 2.000 horas, el factor de mantenimiento total deberá multiplicarse por 1,1. Para valores mínimos de iluminación en lugar de los valores de servicio, el factor de mantenimiento total deberá ser multiplicado por 0,9.
Fig. 5-7. Factores de mantenimiento, propuestos para valores de iluminancia en servicio, para ser usados sólo si no hay información detallada sobre la depreciación de lámparas y luminarias.

5.9.2 Programa de mantenimiento

El intervalo más económico para efectuar la limpieza de una instalación de alumbrado dependerá del tipo de luminaria, del grado de acumulación de polvo y del costo de dicha limpieza. Es más económico que la limpieza coincide con el reemplazo de las lámparas.

Estas pueden sustituirse individualmente a medida que fallen o todas al mismo tiempo. Este último método se llama «reemplazo en grupo». Algunas veces se combinan ambos sistemas. Generalmente, en las grandes instalaciones resulta más barato una sustitución en grupo eficazmente organizada que la sustitución individual. Además se puede aplicar un factor de mantenimiento más alto.

Puesto que el cálculo de una instalación de alumbrado depende del conocimiento del programa de mantenimiento, hay que cumplirlo para mantener los niveles de iluminación precalculados. La contratación de los servicios de una entidad especializada es muchas veces el método más fiable y económico para asegurar el correcto funcionamiento de una instalación de alumbrado.

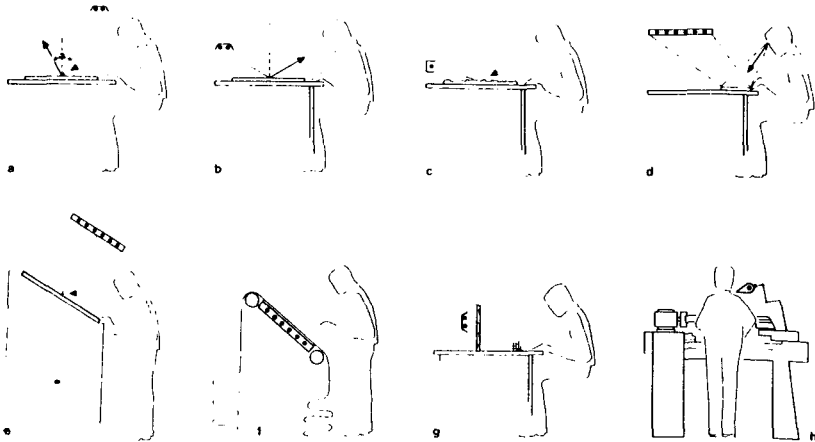


Fig. 6-5. Ejemplos para colocación de luminarias suplementarias:

- Para evitar reflexiones por velo; la dirección de la luz reflejada no debe coincidir con el ángulo de visión.
- La observación de detalles especulares contra un fondo difuso, se facilita, si la dirección de luz reflejada coincide con el ángulo de visión.
- La iluminación rasante hace resaltar irregularidades en la superficie que se examina.
- La luz, reflejada desde una fuente de luz de gran superficie facilita la inspección de manchas en una superficie pulimentada.
- La luz difusa de una fuente de gran superficie facilita la composición tipográfica.
- Las irregularidades de un material transparente se descubren mediante la luz difusa que lo atraviesa.
- La iluminación por silueta es muy efectiva en el control de contornos.
- La iluminación direccional es necesaria para poner de relieve la forma y textura de un objeto.

anteriormente. En estos casos se han de encontrar soluciones especiales, de las cuales se dan algunos ejemplos en la Fig. 6-5.

Algunos ejemplos en que se debe emplear alumbrado adicional localizado son:

- Inspección de objetos pequeños o ensamblaje de partes mecánicas diminutas o de componentes electrónicos. Muchas veces estas tareas pueden simplificarse mediante el uso de una lente de aumento iluminada.
- Verificación de dimensiones. Esto suele hacerse proyectando una imagen muy ampliada del objeto en una pantalla.
- Inspección de partes de una máquina en movimiento. En este caso una lámpara estroboscópica ofrece una solución muy satisfactoria: la frecuencia del destello estroboscópico puede ajustarse de forma que el objeto iluminado parezca estacionario.
- Inspección de ciertos materiales. Objetos fabricados de materiales tales como el vidrio pueden inspeccionarse mejor con luz monocromática. Las lámparas de sodio a baja presión proporcionan este tipo de luz.

6.2 Alumbrado de oficinas

Los locales incluidos bajo este epígrafe de alumbrado de oficinas son: oficinas generales, despachos, salas de reuniones y salas de delineación. Estos interiores quedan caracterizados por:

- El número limitado de tareas visuales bien definidas que se realizan (leer, escribir, teclear, dibujar, observar pantallas de video).

- Los planos de trabajo son generalmente horizontales y a una altura entre 0,75 y 0,85 m por encima del nivel del suelo.
- La altura del techo está entre 2,8 y 3 m.

Las exigencias visuales para el alumbrado de oficinas son las siguientes:

- Iluminaciones:**
 - pequeñas ofic.: 500-700 lux sobre la tarea visual.
 - grandes ofic.: 750-1.000 lux sobre la tarea visual.
- La iluminancia general debe ser como mínimo del 50 % de la iluminancia en la tarea con un mínimo de 400 lux.
- Luminancias preferidas:**
 - 50-150 cd/m² para las paredes.
 - 100-200 cd/m² para los techos.
 - 100-300 cd/m² para el área de trabajo.
- Luminancias máximas:** 2.000 cd/m² marca el umbral del deslumbramiento celeste; 2.000-10.000 cd/m² (dependiendo de la iluminancia y condiciones del local) es la luminancia máxima de la luminaria.
- Evitar reflexiones por velo en la superficie de las mesas y en artículos brillantes (Sec. 4.2.3). Cuando se usan pantallas video en áreas amplias se recomienda que estén dotadas de dispositivos antireflectivos.
- Agradable apariencia de color y rendimiento en color, $R_a \geq 85$ (Sec. 4.2.5).

Con el fin de cumplir estos requisitos, casi todas las oficinas modernas se iluminan mediante luminarias montadas en el techo equipadas con lámparas fluorescentes. Para estar dentro de los límites estipulados en cuanto a deslumbramiento tales luminarias han de estar equipadas con rejillas, difusores opales, cubiertas prismáticas o elementos especulares.

6.2.1 Oficinas generales

La mayoría de las oficinas generales tienen un área entre moderada y grande y su disposición raramente está prefijada: el mobiliario puede redistribuirse de cuando en cuando añadiendo, quitando o desplazando mamparas. Hay maneras de garantizar que todos los puestos de trabajo estén adecuadamente iluminados, con independencia de su disposición.

Alumbrado general

Las luminarias adosadas al techo o empotradas en él se disponen formando disposiciones regulares y prefijadas sobre el techo. Las oficinas nuevas se diseñan frecuentemente con falso techo y sistema de aire acondicionado, en cuyo caso deben usarse luminarias con ventilación para formar un sistema integrado de alumbrado, acondicionamiento de aire y acústica (Fig. 6-3).

Si el edificio está diseñado con vistas al futuro levantamiento de tabiques o mamparas divisorias a lo largo del eje de sus módulos, la disposición del alumbrado deberá preverse con esta posibilidad. Esto significa normalmente que la situación de luminarias deberá ser función de la estructura modular del edificio y de la separación entre ventanas (Fig. 6-6).

Alumbrado localizado

Se puede conseguir ahorro de energía empleando iluminación localizada, ya sea concentrando las luminarias sobre los puestos de trabajo y zonas adyacentes, ya sea apagando determinadas luminarias del total para lograr el mismo efecto.

La instalación debe, por supuesto, diseñarse para lograr la iluminancia requerida sobre los puestos de trabajo, con menores valores sobre zonas de paso y de descanso.

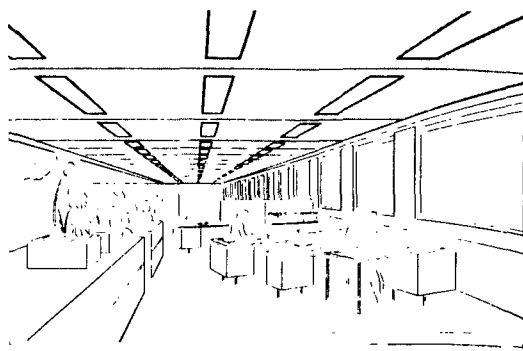


Fig. 6-6. La disposición de luminarias se elige para que se adecue a la estructura modular del edificio.

Dado que la implantación de la oficina es bastante flexible, la instalación de alumbrado debe ser también flexible. Así, deben existir facilidades para alterar el sistema de interruptores de encendido o la recolocación de luminarias según el tipo de sistema que se use.

Alumbrado general y localizado combinados

Se puede también conseguir ahorro de energía empleando una combinación de alumbrado localizado y un alumbrado general de poco nivel, dando a éste un valor del orden del 50% de la iluminancia total sobre la tarea. Estos sistemas de alumbrado deben planificarse cuidadosamente si se quiere evitar una configuración luminosa irregular y posiblemente poco confortable. El alumbrado localizado debe, por supuesto, permitir que un trabajo sea realizado cómodamente para todas las posiciones del trabajador.

Alumbrado para «pantallas de video»

En general, los requisitos visuales para alumbrado de oficinas citados anteriormente son igualmente válidos para puestos de trabajo con «pantallas video». Sin embargo, hay ciertas peculiaridades adicionales en estas tareas que deben tenerse en cuenta al planificar el alumbrado si no se quiere disminuir el rendimiento visual y la comodidad.

En primer lugar, la pantalla de estos aparatos constituye una parte importante y adicional de la tarea visual, y las fuentes de luz, luminarias y ventanas, que se reflejan en la pantalla pueden producir un deterioro considerable de la legibilidad de los grafismos. Debe minimizarse, por tanto, esa reflexión, y ello puede efectuarse mejor si se tiene en cuenta la posición relativa de las pantallas y las fuentes de luz desde que se empieza a diseñar la instalación.

También es muy importante la elección de una correcta iluminancia para el puesto de trabajo: si es demasiado baja reducirá el rendimiento visual para el trabajo complementario de lectura de documentos; si es demasiado alta producirá una reducción en el contraste de lo visualizado en la pantalla y un cambio excesivo de luminancia al pasar de la observación del documento a la observación de la pantalla y viceversa. La investigación y la experiencia indican que la iluminancia óptima se sitúa entre 400 lux para las pantallas claras y 700 lux para las oscuras.

6.2.2 Despachos

El alumbrado para un despacho puede tratarse, en gran medida, de la misma forma que con las oficinas generales, pero puede también verse más afectado por el efecto artístico o ambiental que se quiera lograr.

El alumbrado debe diseñarse para que cubra adecuadamente la mesa y sus zonas adyacentes, pero las luminancias en el resto de la estancia pueden obtenerse mejor mediante alumbrado suplementario. Se puede resaltar los elementos decorativos del despacho, como plantas, cuadros y adornos, empleando focos de haz estrecho montados en el techo con proyección de luz descendente o inclinada. Proyectoros de haz ancho o mejor con haces de «abanico» pueden utilizarse para «bañar» de luz una pared o las paredes, quizá para resaltar su textura o resaltar una variación placentera en la profundidad del color.

6.2.3 Salas de reuniones

Muchos de los fundamentos aplicables al alumbrado de los despachos pueden transferirse a las salas de reuniones. La mesa central deberá estar adecuadamente cubierta por la iluminación general. El alumbrado suplementario —que puede emplearse para resaltar el decorado de la estancia o proporcionar iluminación para una pizarra o un expositor— deberá estar dotado de conmutadores o reguladores para facilitar la proyección de diapositivas o películas o por otras causas.

6.2.4 Salas de dibujo

Puesto que al dibujar se necesita distinguir con exactitud detalles finos, la iluminancia en estas salas debe ser por lo menos de 1.000 lux.

Si las mesas de dibujo están mal colocadas con respecto a las luminarias pueden existir reflexiones por velo en los tableros. El mejor método de reducir tales reflexiones al mínimo es situar las mesas de acuerdo con la disposición de las luminarias.

Las sombras perturbantes se pueden evitar con luminarias de gran superficie luminosa.

El problema de proporcionar alumbrado idóneo se simplifica mucho si puede establecerse que todos los ocupantes de la sala miren hacia el mismo lado y que la disposición quede subordinada a hileras prefijadas de puestos de trabajo. Se puede entonces montar líneas de luminarias paralelas a la dirección visual y a ambos lados de los tableros de dibujo. Con esta colocación, la ausencia de toda luminaria directamente encima del puesto de trabajo sirve para mantener el deslumbramiento y las reflexiones al mínimo, mientras que la luz procedente de ambos lados del trabajador elimina las sombras duras de una manera eficaz.

6.3 Instituciones docentes

6.3.1 Aulas de clase

El alumbrado de un aula de enseñanza debe ser apropiado para actividades tales como escritura, lectura de libros y de la pizarra. Como estas actividades son parecidas a las de las oficinas, los requisitos generales de alumbrado de éstas pueden aplicarse al de escuelas (Fig. 6-7), aunque puede necesitarse una iluminación adicional en la pizarra (Fig. 6-8). Los niveles de iluminancia recomendados aparecen en la Fig. 6-9.

Niveles de iluminancia recomendados

A continuación se muestra una lista de iluminancias recomendadas para diversos interiores y tareas (basadas en las recomendaciones internacionales establecidas en el informe núm. 29 de la CIE). Se dan también orientaciones respecto a la clase de calidad que debiera usarse para limitar el deslumbramiento.

Iluminancias

Los valores de la tabla son los de servicio para las diferentes tareas y corresponden a la iluminancia medida en medio del período transcurrido entre que la instalación se pone en servicio y el momento de realizar el primer mantenimiento. Se refieren a todo el interior globalmente, y generalmente al plano horizontal de trabajo situado a unos 0,85 m por encima del nivel del suelo. Cuando la zona de trabajo está en diferente posición, la iluminancia recomendada se toma en relación con dicha posición.

El valor medio de iluminancia en los puestos de trabajo no debe ser inferior al 0,8 de la iluminancia de servicio recomendada, cualquiera que sea la antigüedad de la instalación. La iluminancia en cualquier puesto de trabajo y en cualquier momento no debe ser menor del 0,6 del valor de servicio recomendado.

Clase de calidad

Las clases de calidad para la limitación del deslumbramiento hacen referencia a las empleadas en el método de las curvas de luminancia descrito en la Sec. 4.2.3. Los valores de la iluminancia de servicio recomendados, desde 300 lux en adelante, aparecen en la Fig. 4.15 como parámetro para elegir, en combinación con la clase de calidad, la curva límite de luminancia adecuada.

	Iluminancia en servicio (lux)	Clase de calidad
Zonas generales de edificios		
Zonas de circulación, pasillos	100	D-E
Escalares y escaleras móviles	150	C-D
Roperos, lavabos	150	C-D
Almacenes, archivos	150	D-E
Talleres de montaje		
Trabajos bastos: ensambles de maquinaria pesada	300	C-D
Trabajos medios: ensamble de motores, ensamble de carrocerías	500	B-C
Trabajos finos: ensamble de maquinaria electrónica y de oficinas	750	A-B
Trabajos muy precisos: ensamble de instrumentos	1.500	A-B

	Iluminancia en servicio (lux)	Clase de calidad
Plantas químicas		
Zonas generales del interior de la planta	300	C-D
Procesos automatizados	150	D-E
Zonas de control, laboratorios	500	C-D
Manufacturas farmacéuticas	500	C-D
Inspección	750	A-B
Comprobación de colores	1.000	A-B
Manufactura de neumáticos	500	C-D
Talleres de confección		
Costura	750	A-B
Inspección	1.000	A-B
Planchado	500	A-B
Industrias eléctricas		
Fabricación de cables	300	B-C
Ensamble de aparatos telefónicos	500	A-B
Bobinados	750	A-B
Montaje de receptores de radio y TV	1.000	A-B
Ensamble de componentes electrónicos y trabajos de ultraprecisión	1.500	A-B
Industria alimentaria		
Zonas generales de trabajo	300	C-D
Procesos automáticos	200	D-E
Aderezo manual, inspección	500	A-B
Fundiciones		
Naves de fundición	200	D-E
Moldeados bastos	300	C-D
Moldeados finos, fabricación de núcleos, inspección	500	A-B
Vidrio y cerámica		
Zonas de hornos	150	D-E
Zonas de mezclado, formado, moldeado y recocido	300	C-D
Acabados, esmaltados, lustrados	500	B-C
Coloreado, decorado	750	A-B
Esmerilado, lentes y vajillas, trabajos de precisión	1.000	A-B

	Iluminancia en servicio (lux)	Clase de calidad
Hierro y acero		
Plantas de producción que no precisan intervención manual	100	D-E
Plantas de producción que precisan intervención esporádicamente	150	D-E
Puestos de trabajo permanentemente ocupados	300	D-E
Plataformas de control e inspección	500	A-B
Industria del cuero		
Zonas generales de trabajo	300	B-C
Prensado, cortado, cosido, fabricación de zapatos	750	A-B
Clasificado, comprobación, control de calidad	1.000	A-B
Máquinas y talleres de ajuste		
Trabajos ocasionales	200	D-E
Trabajos bastos de máquina o banco, soldadura	300	C-D
Trabajos medios de máquina o banco, máquinas automáticas corrientes	500	B-C
Trabajos finos de máquina o banco, máquinas automáticas finas, inspección y prueba	750	A-B
Trabajo de alta precisión, calibrado e inspección de pequeñas piezas complicadas	1.500	A-B
Talleres de pintura y cabinas de pulverizado		
Bañado, pulverizado basto	300	D-E
Pintado, pulverizado y revestido ordinarios	500	C-D
Pintado, pulverizado y revestido fino	750	A-B
Retocado e igualado	1.000	A-B
Fábricas de papel		
Fabricación de papel y cartón	300	C-D
Procesos automáticos	200	D-E
Inspección, clasificación	500	A-B
Imprentas y encuadernación		
Máquinas de impresión	500	C-D
Composición, corrección de pruebas	750	A-B
Pruebas de precisión, retocado, mordentado	1.000	A-B

	Iluminancia en servicio (lux)	Clase de calidad
Reproducción e impresión en colores	1.500	A-B
Grabado en cobre y acero	2.000	A-B
Encuadernado	500	A-B
Recortado y enlomado	750	A-B
Industrias textiles		
Desmenuzado, cardado, estirado	300	D-E
Hilado, ovillado, devanado, peinado, teñido	500	C-D
Hilado (fino), torcido, trenzado	750	A-B
Cosido, desborrado, inspección	1.000	A-B
Carpinterías y fábricas de muebles		
Aserraderos	200	D-E
Trabajos en banco, ensambles	300	C-D
Ebanistería, marquetería	500	B-C
Acabado, inspección final	750	A-B
Oficinas		
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos	500	A-B
Oficinas generales extensas	750	A-B
Salas de delineación	750	A-B
Salas de conferencias	500	A-B
Escuelas		
Salas de clase, auditorios	300	A-B
Laboratorios, bibliotecas, salas de lectura y pintura	500	A-B
Tiendas, comercios y zonas de exposición		
Tiendas tradicionales	300	B-C
Autoservicios	500	B-C
Supermercados	750	B-C
Salones de muestras	500	B-C
Museos y galerías de arte:		
Objetos sensibles a la luz	150	B-C
Objetos insensibles a la luz	300	B-C
Edificios públicos		
Cines		
Sala de proyección	50	B-C
Vestíbulo	150	B-C
Teatros y salas de concierto		
Salón	100	B-C
Vestíbulo	200	B-C
Iglesias		
Nave	100	B-C
Coro	150	B-C

	Iluminancia en servicio (lux)	Clase de calidad
Hogares y hoteles		
Hogares		
Dormitorios		
General	50	B-C
En las cabeceras de la cama	200	B-C
Cuartos de aseo		
General	100	B-C
Afeitado, maquillado	500	B-C
Cuartos de estar		
General	100	B-C
Lectura, costura	500	B-C
Escaleras	100	B-C
Cocinas		
General	300	B-C
Zonas de trabajo	500	B-C
Cuartos de trabajo o estudio	300	B-C
Cuartos de niños	150	B-C
Hoteles		
Vestíbulos de entrada	300	B-C
Comedores	200	B-C
Cocinas	500	B-C
Dormitorios, baños		
General	100	B-C
Local	300	B-C
Hospitales		
Salas y habitaciones		
Alumbrado general	100	A-B
Examen	300	A-B
Lectura	200	A-B
Circulación nocturna	5	A-B
Salas de examen		
Alumbrado general	500	A-B
Inspección localizada	1.000	A-B
Terapia intensiva		
Testereros de camas	50	A-B
Observación	750	A-B
Salas de enfermeras	300	A-B
Quirófanos		
General	750	A-B
Local	30.000	A-B
Laboratorios y farmacias		
General	500	A-B
Local	750	A-B
Salas de autopsia		
General	750	A-B
Local	10.000	A-B
Salas de consulta		
General	500	A-B
Local	750	A-B

AIRE ACONDICIONADO

la decoración interior del estudio. Para iluminación localizada ponemos tres luminarias DSS 432, con lámparas Par 38, de 150 W de haz frío, con regulación independiente por lámpara, tipo electrónico.

Con relación al estudio 2 ponemos una luminaria MDK 031, con lámpara MLR 160 W, para crear ambiente; así como tres luminarias DSS 432, con lámpara Par 38 de 150 W, para iluminación localizada. De forma análoga en el estudio 3 se han utilizado luminarias semejantes.

La distribución de estas luminarias aparece en el Figura 13, así como la utilizada en las dos cabinas de control, que son tres luminarias LBS 213, con lámpara SL 18 W.

Para el pasillo y sala de espera se puede recomendar una línea continua de fluorescencia con TLD 18-36-58/82 en celosía, así como una lámpara de pie con SL 18 W. Con relación al archivo se puede emplear regletas NLD 1 \times 18, con TLD 18 W/82 y para la sala de máquinas regletas NLD 1, de 1 \times 36, con TLD 36 W/33. Para la iluminación del resto de la emisora se podrán utilizar cualquiera de los múltiples sistemas de iluminación aire-luz que tiene esta marca y que figuran en el apéndice correspondiente.

Vamos a estudiar seguidamente el sistema de diseño utilizando material tipo Mazda (Apéndice 4.A). Con relación a los estudios se empleará el sistema Espaciolita 48301, con tubos fluorescentes TFP 36 W, color blanco brillante (Figura 12) con temperatura en color 4.000^º K, e índice de rendimiento en color IRC > 85, que permite distribuir la luz de acuerdo con la disposición geométrica de los puestos de trabajo. Este sistema tiene la ventaja de poder superponer en aquellos puntos que se desee, spots con lámparas incandescentes que permiten incrementar el nivel de iluminación. Se obtendrá con este sistema un nivel de iluminación en cada puesto de trabajo de 500 lux.

Para los controles se utilizarán también sistemas Espaciolita, que proporcionarán en las mesas de registro, alumbrados localizados, que pueden dar niveles de 330 lux, con Espaciolita 48301, tubos TFP 36 W, color blanco brillante.

12.º Cálculo del sistema de ventilación y su aislamiento.

Uno de los principales problemas que presentan los estudios de radio, que han sido emplazados en edificios cuya construcción no se ha pensado para este fin, es el adaptarlos para introducir el aire acondicionado, por lo que muchas veces este problema se deja para el final, dada la cantidad de inconvenientes que tiene, además del

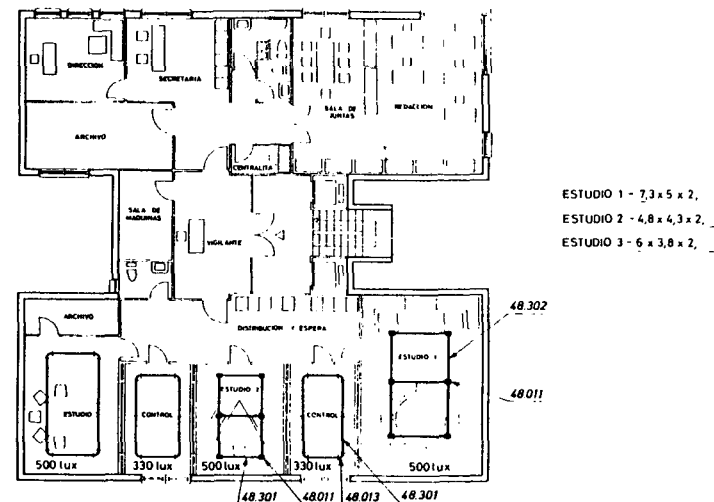


Figura 12

Distribución del sistema de iluminación de la emisora con material Mazda.

presupuesto económico que necesita, por lo que se terminan empleando sistemas de ventilación de poca calidad, para el fin que se necesitan, produciendo estos un ruido que hace que sólo se conecten, justamente cuando el estudio no está en funcionamiento, y convirtiéndolo en un horno cuando funciona; con todos los inconvenientes que esto acarrea para el trabajo, dado el aislamiento que necesitan, por lo que en bastantes emisoras el sistema de aire acondicionado se convierte en un elemento decorativo de uso casi nulo.

A la hora de estudiar este apartado del proyecto, se nos presentan dos caminos, uno sería el de resolverlo de una forma ideal, es decir, como se haría en un edificio que se ha construido pensando en que se va a utilizar como emisora de radio, y el otro sería el utilizar otra solución menos perfecta, pero que combinada con unas ciertas rejillas consigamos ese efecto.

La primera solución, en el presente proyecto es imposible, dado que se tendría que suponer que el estudio tiene una cierta altura, que no es frecuente encontrar, a no ser en edificios antiguos (3 m.), ya que en los modernos la altura es menor (2,5 m.), dado que esta solución se basa en poner un falso techo para situar el sistema de ventilación y en los casos que se considere necesario el sistema de iluminación. Como consecuencia de esto, y de tener que poner un falso suelo para llevar las conducciones de cables, aire, etcétera, la

altura se reduce como mínimo en 0,6 m., convirtiendo un habitáculo que de por sí no es agradable, al ser hermético, debido al acondicionamiento acústico, en un lugar asfixiante debido a su reducida altura.

La solución real que vamos a tomar es la segunda, es decir, mantendremos el equipo de ventilación de entrada en el techo, pero el de salida lo pondremos en la parte inferior adosado a la pared, de manera que combinándolos con unas ciertas rejillas nos produzcan el intercambio de aire que necesitamos.

Las premisas o condiciones que vamos a plantear inicialmente para que el ruido que nos produzca el sistema de ventilación, sumado al que hemos calculado anteriormente, sea en el peor de los casos de 25 a 30 dB(A), son las siguientes.

En este caso nos encontramos con dos zonas diferenciadas claramente, por una parte la zona de estudios, y por otra la de administración y dirección.

En la zona de oficinas emplearemos un sistema semicentralizado, mediante una bomba de calor, puesto que se tiene que atender las demandas de verano e invierno y una red de conductos de impulsión con sus correspondientes rejillas, debiendo canalizarse el retorno igualmente. La ubicación de los equipos podría ser en el falso techo de los archivos o en los aseos.

La bomba puede ser partida o compacta, siendo determinante en la elección de una u otra, razones constructivas, como puede ser el espacio disponible, la proximidad de terrazas, etcétera.

A partir de los datos de la Tabla 29, vemos que en esta instalación con equipos de Compañía Roca-Radiadores, S. A., podemos instalar una bomba BCV-25 (Apéndice 5.A.7), que satisface la demanda frigorífica y calorífica, no necesitando en este caso de resistencia de apoyo, ya que la potencia calorífica suministrada está por encima de la demanda.

En los cálculos de la Tabla 29, referentes a la climatización de los servicios administrativos y de dirección de la emisora, se ha supuesto una temperatura exterior en verano de 35°C y una humedad relativa del 43%, mientras que en invierno es de -3°C en el exterior. En el exterior, en verano, la temperatura considerada es de 25°C y una humedad relativa de 50%, y en invierno de 20°C.

Posteriormente se presenta la aportación energética por transmisión de los metros cuadrados de cristal, así como el área de las paredes expuestas al exterior y al interior, multiplicadas por un factor, que se encuentra en tablas dentro de la bibliografía corres-

pondiente al tema, con el fin de obtener los valores del calor sensible, empleando también la diferencia de temperatura considerada entre el exterior y el interior.

Seguidamente se calcula la aportación energética por radiación, debida a los metros cuadrados de las superficies de las ventanas, según cada una de las orientaciones, por un coeficiente determinado.

Para calcular el calor sensible y el latente del número de personas que trabajan en estas zonas de la emisora, se multiplica el número de personas por un determinado factor.

Con relación a la iluminación, se determina en vatios la potencia total absorbida por la iluminación y el equipo eléctrico restante, no teniendo en cuenta la potencia absorbida por el acondicionamiento que se va a instalar. El número total de vatios obtenido se multiplica por un determinado factor.

Finalmente, de acuerdo con la aportación de aire exterior para ventilación, se encuentran los valores de los calores sensibles y latentes. Sumando los valores obtenidos del calor sensible total y del calor latente total, se conoce la carga de refrigeración necesaria en frigorías/hora.

Para obtener los mejores resultados, se selecciona el acondicionador a instalar, de forma que su potencia sea lo más próxima posible a la carga de refrigeración obtenida, aunque antes deberemos conocer la carga necesaria para climatizar los estudios, y de la suma de las dos podremos elegir el equipo necesario. Con relación a la calefacción el cálculo es análogo.

Para el cálculo de los conductos se tendrá en cuenta el caudal de aire nominal que indica el fabricante, ya que éste se ajusta a la potencia frigorífica suministrada.

En el caso de realizar una instalación con un sistema de expansión directa, calculando la climatizadora el propio instalador, el caudal a impulsar podría obtenerse de forma aproximada a partir de la expresión,

$$V = \frac{C_{si}}{0,3 \Delta t}$$

donde V sería el volumen (m.³) a impulsar, C_{si} sería el calor sensible interior, Δt el incremento de temperatura entre la temperatura ambiente (25°C) y la de impulsión (generalmente 14°C), por tanto, Δt = 11°C, y 0,3 es un coeficiente producto del calor específico del aire por la densidad del aire.

Tabla 29
Ficha técnica para el cálculo del sistema de aire acondicionado necesario en los servicios de administración.

OBRA		Emisora de Radio		PLANTA		Oficinas							
VERANO		EXTERIOR 35 °C 43 °, H. R.		INTERIOR 25 °C 50 °, H. R.									
INVIERNO		EXTERIOR 3 °C °, H. R.		INTERIOR 20 °C °, H. R.									
MÓDULO 2		SUPERFICIE 181		VOLUMEN 507		ORIENTACION _____							
VERANO													
TRANSMISIÓN		MÓDULO MOJA				CENTRAL FRIGORÍFICA MOJA							
		S	K	S+K	ΔT	SENSIBLE	S+K	ΔT	SENSIBLE				
	Cristal blanco	19	5.4	103	12*	1 231				103	23	2 369	
	Antepecho ligero												
	Pared exterior	143	1.1	157	10	1 570				157	23	3 611	
	Pared interior												
	Medianero												
	Techo	181	1.2	217	5**	1 086				217	12	2 604	
	Suelo	181	1.2	217	5	1 086				217	12	2 604	
RADIACIÓN	Cristal blanco	12	444 × 0.5			2 664				TOTAL *% por orientación afuera. intermitencia			
	Cristal otras orientaciones	7	50			350							11 188
	Clorobayo												
ILUMINACIÓN	LATENTE												
	N.º Personas	10											
	Latente	60 × 10	600										
	Sensible	60 × 10						600					
	Wts m²	40 × 180											
Kws	7.2 × 0.86						6 192						
CV	640												
TOTAL INTERIOR		600		14 779						TOTAL INTERIOR		11 188	
VENTILACIÓN	VENTILACIÓN m³/h 800***									m³/h. 800 × 0.3 = 23		5 520	
	LATENTE	3.4 × 800	2 720										
	SENSIBLE	2.75 × 800						2 200					
TOTAL		3 320		16 979						TOTAL CAL.		16 708	
TOTAL REFR. GERAC.		20 299		FRIGM		FRIGM							

* Se tiene en cuenta el aumento de temperatura de la superficie del cristal debido a la insolación.
 ** Se consideran locales contiguos no climatizados.
 *** 1,5 renovaciones/hora

En el caso de los estudios hacemos las mismas consideraciones que para las oficinas, y a partir de los datos de la Tabla 30, la potencia a instalar es análoga a la de oficinas, recomendando igualmente la instalación de una unidad BCV 25 (Apéndice 5.A.7) de la Compañía Roca-Radiadores, S. A.

En este caso y teniendo en cuenta, por un lado, la diferencia de potencia entre refrigeración y calefacción, y por otro que existen cargas interiores que pueden ayudar a calentar el local en invierno, cabe la posibilidad de acondicionar mediante un equipo de condensación por aire con bomba de calor, por ejemplo ASA-25 (Apéndice 5.A.15) de la Compañía Roca-Radiadores, S. A., e incorporar unas resistencias eléctricas para calefacción.

Estas resistencias serían de una potencia,

$$P_{rw} = \frac{P_c - P_i}{860}$$

donde P_{rw} sería la potencia de las resistencias (kw), P_c es la potencia calorífica total (kcal/h) y P_i potencia de la carga interior en kcal/h.

En nuestro caso sería,

$$P_{rw} = \frac{13.442 - 4.300}{860} \approx 11 \text{ kw}$$

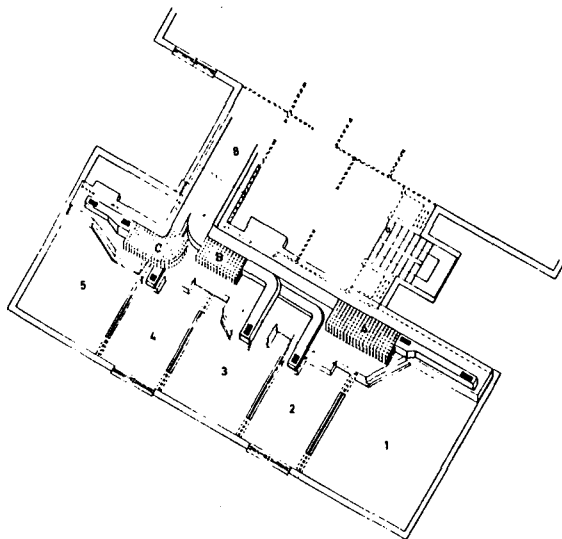
No obstante, convendría realizar un estudio económico para cuantificar la amortización de la diferencia de precio entre ambas instalaciones.

En las Figuras 13 y 14 se ve una posible disposición del sistema de aire acondicionado en los estudios y controles, con las ramas principal y secundarias.

En la Tabla 30 se presentan los cálculos realizados para la climatización de los estudios y controles de la emisora, siendo la explicación de esta tabla análoga a la dada para la 29.

Si empleamos equipos de la empresa Interclisa, podemos presentar varias opciones para la climatización de la emisora, si utilizamos sistemas compactos verticales de condensación por aire (Apéndice 5.B.10), el sistema de referencia 415, o con la nueva denominación el SCDV-320, nos sirve para la climatización, considerando 60.000 frig/h.

Otra oportunidad es mediante unidades condensadoras enfriadas por aire (Apéndice 5.B.14), en concreto el modelo HTR-240, cuya nueva referencia es TR-320.



- 1 estudio 1
- 2 control principal
- 3 estudio 2
- 4 control
- 5 estudio 3
- B sala de máquinas
- A filtro acústico estudio 1
- B -bis- estudio 2
- C -bis- estudio 3
- rejillas

Figura 13

Distribución inferior de los conductos del sistema de aire acondicionado en los tres estudios.

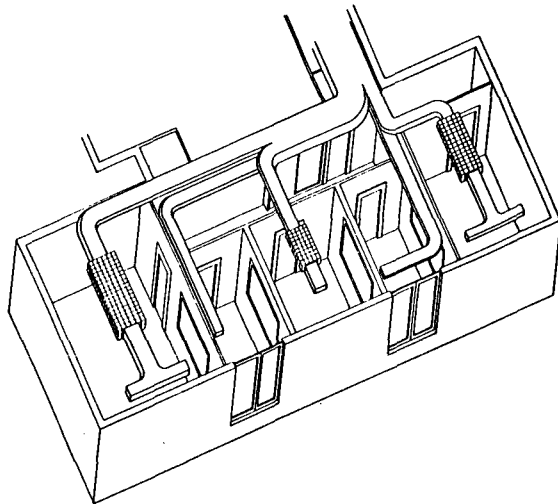


Figura 14

Distribución superior de los conductos del sistema de aire acondicionado de los tres estudios.

Finalmente, mediante sistemas autónomos de cubierta de condensación por aire (Apéndice 5.B.12), modelo 437, de nueva referencia RT-320.

Tabla 30
 Ficha técnica para el cálculo del sistema de aire acondicionado necesario en los estudios.

		M O D U L O				CENTRAL FRIGORIFICA				I N V I E R N O		
		H O R A				H O R A						
T R A N S M I S I O N		S	K	S+K	ΔT	S E N S I B L E		S+K	ΔT	R e c o p		
R A D I A C I O N	Cristal blanco	5	5.4	27	12	324				27	23	621
	Antepedro ligero											
	Pared exterior	130	1.1	143	10	1 430				130	23	2 990
	Pared interior											
	Medianero											
	Techo	162	1.2	194	5	970				194	12	2 328
	Suelo	162	1.2	194	5	970				194	12	2 328
O C U P A C I O N	N.º Personas	20										
	Latente	60 x 20		1 200								
	Sensible	60 x 20				1 200						
I L U M I N A C I O N	W ₁₀ m ²	50										
	K ₁₀ m ²	8.1 = 0.860				6 966						
	**	5 = 860				4 300						
	CV	= 640										
TOTAL INTERIOR		1 200		17 110						TOTAL INTERIOR		8 267
V E N T I L A C I O N	VENTILACION m ³ /h	750								m ³ h 750 x		
	LATENTE	3.4 = 750		2 550						0.3 = 23		5 175
	SENSIBLE	2.75 = 750				2 063						
TOTAL		3 750		19 173						TOTAL CAL		13 442
TOTAL REFRIGERAC		22 923		FRIGM		FRIGM						

- * Se ha considerado la existencia de persianas.
- ** Se ha supuesto una carga interna debida a aparatos de control.

APENDICE B

CARACTERISTICAS DE MATERIALES ACUSTICOS

diferente. Los coeficientes mencionados posteriormente y en otra literatura publicada se pueden tomar como valores de incidencia aleatoria, a menos que se establezca específicamente otra cosa.

También podemos hablar del coeficiente de absorción sonora medido en laboratorio o coeficiente de absorción de Sabine α_{sab} . La mayoría de los coeficientes de absorción sonora que se publican, se obtienen al medir la proporción en la que disminuye la densidad de energía sonora en un recinto con una reverberación apropiada, con y sin muestra de material colocado en el suelo. Desgraciadamente, no existe una relación fija o exacta entre el coeficiente de incidencia normal y aleatoria para los diversos materiales. En otras palabras, dos materiales que tengan el mismo coeficiente de incidencia normal, no tendrán necesariamente los mismos valores de incidencia aleatoria. La relación variará dependiendo de las propiedades físicas, dureza y condiciones de montaje. Sin embargo, se puede establecer con bastante aproximación que un coeficiente de absorción determinado en un recinto reverberante, tiene un valor superior al verdadero coeficiente estadístico de absorción sonora, en un 50% para frecuencias próximas a 500 Hz y en un 20% a frecuencias de unos 4.000 Hz, por eso este coeficiente de absorción recibe esta denominación. Las diferencias entre α_{sab} y α se deben a varios factores, para materiales muy absorbentes el valor de α_{sab} puede exceder a la unidad hasta en un 20 a 30%.

Tabla 1
CONSTRUCCION

Nombre del material	Coeficientes de absorción sonora a las frecuencias de					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
1. Pared de hormigón sin pintura	0,01	0,012	0,015	0,019	0,023	0,035
2. Pared de ladrillo sin yeso	0,024	0,025	0,032	0,042	0,049	0,070
3. Hormigón enlucido con cemento	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
4. Revoque de cal	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,07
5. Enlucido rugoso de cemento	0,02	0,02	0,06	0,08	0,04	0,05
6. Yeso liso de alabastro sobre fondo de madera	0,020	0,022	0,032	0,039	0,039	0,028
7. Yeso no liso de cal sobre fondo de madera	0,025	0,045	0,060	0,085	0,043	0,058
8. Yeso liso de cal sobre fondo de madera	0,024	0,027	0,030	0,037	0,019	0,034
9. Losetas de yeso seco	0,02	0,05	0,06	0,08	0,04	0,06
10. Planchas de escayola	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
11. Madera de 15 mm. barnizada con 5 cm. de cámara de aire	0,10	0,11	0,10	0,08	0,08	0,11
12. Madera de 3 mm. con 5 cm. de cámara de aire	0,25	0,34	0,18	0,10	0,10	0,06
13. Madera de 3 mm. con 5 cm. de cámara rellena de fibra de vidrio	0,61	0,65	0,24	0,12	0,10	0,06
14. Panel de pino (19 mm. de espesor)	0,098	0,11	0,061	0,081	0,082	0,11
15. Contrachapado a 5 cm. de la pared	0,18	0,26	0,24	0,10	0,10	0,10
16. Contrachapado sobre la pared	0,05	0,06	0,06	0,10	0,10	0,10
17. Contrachapado de 6 mm. con 5 cm. de cámara de aire	0,60	0,42	0,35	0,12	0,08	0,08
18. Tablax aislante de 12,5 mm. sobre la pared	0,14	0,20	0,32	0,43	0,51	0,66
19. Tablax aislante de 12,5 mm. con cámara de aire de 2,5 cm.	0,26	0,32	0,34	0,43	0,45	0,51
20. Tablax perforado de 3,5 mm. con 2,5 cm. de cámara de aire	0,18	0,20	0,26	0,29	0,31	0,20
21. Tablax duro de 3,4 mm. con 2,5 cm. de cámara de aire	0,18	0,20	0,25	0,24	0,31	0,30
22. Tablax duro de 5 mm. con 2,5 cm. de cámara de aire	0,10	0,11	0,13	0,09	0,08	0,13
23. Tablax perforado con 3 cm. de cámara de aire	0,18	0,20	0,26	0,39	0,31	—
24. Panel de lana de madera de 2,5 mm. sobre pared	0,10	—	0,40	—	0,60	—
25. Panel de lana de madera de 75 mm. sobre pared	0,20	—	0,80	—	0,80	—
26. Panel de lana de madera de 75 mm. con 2 cm. de cámara de aire	0,10	—	0,60	—	0,60	—
27. Parquet sobre asfalto	0,05	0,03	0,06	0,09	0,10	0,22
28. Entarimado madera	0,09	0,09	0,08	0,09	0,10	0,07
29. Parquet sobre listones	0,20	0,15	0,12	0,10	0,10	0,07
30. Linóleo de 5 mm. de espesor	0,02	0,025	0,03	0,035	0,04	0,04
31. Suelo de goma de 5 mm. sobre cemento	0,04	0,04	0,08	0,12	0,03	0,10
32. Suelo de goma espumosa de 5 mm. sobre cemento	0,08	—	0,35	—	0,60	—
33. Suelo de corcho de 20 mm. sobre cemento	0,08	0,02	0,08	0,19	0,24	0,21
34. Suelo de corcho de 20 mm. sobre cemento con el corcho encerado	0,04	0,02	0,05	0,11	0,07	0,02
35. Mármol	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01
36. Ladrillo sin pintar	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	—
37. Ladrillo pintado	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	—
38. Hormigón sin pintar	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	—
39. Hormigón pintado	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	—
40. Bloques de hormigón poroso	0,30	0,45	0,30	0,25	0,40	—
41. Bloques de hormigón pintados	0,10	0,09	0,08	0,09	0,10	—
42. Madera de pino barnizada y 5 cm. de cámara de aire	0,10	0,11	0,10	0,09	0,08	—
43. Contrachapado 6 mm. y 5 cm. de cámara de aire	0,25	0,34	0,18	0,10	0,10	—
44. Terrazo	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	—
45. Enlucido de yeso sobre ladrillo	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	—

Tabla 2
CORTINAS, MOQUETAS Y ALFOMBRAS

Nombre del material	Coeficiente de absorción sonora a las frecuencias de					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
1. Tejido de algodón 360 gr/m.	0.03	0.04	0.11	0.17	0.24	0.35
2. Tejido de algodón 500 gr/m.	0.04	0.07	0.13	0.22	0.33	0.35
3. Tejido de terciopelo 650 gr/m.	0.05	0.12	0.35	0.45	0.38	0.36
4. Tejido de terciopelo a 10 cm. de la pared	0.08	0.29	0.44	0.50	0.40	0.35
5. Tejido de algodón 500 gr/m. cubriendo 7/8 de área	0.03	0.12	0.15	0.27	0.37	0.42
6. Tejido de algodón 500 gr/m. cubriendo 3/4 de área	0.04	0.23	0.40	0.54	0.53	0.40
7. Tejido de algodón 500 gr/m. cubriendo 1/2 de área	0.07	0.37	0.49	0.81	0.65	0.54
8. Moqueta con espesor de 1 cm. sobre pared	0.09	0.08	0.21	0.27	0.27	0.37
9. Moqueta con espesor de 0,3 cm. sobre fieltro sobre hormigón	0.11	0.14	0.37	0.43	0.27	0.25
10. Moquetas con espesor de 0,3 cm. sobre fieltro con tabla de madera de 2 cm. sobre hormigón	0.11	0.13	0.28	0.45	0.29	0.29
11. Moqueta de goma de 0,5 cm. de espesor	0.04	0.04	0.08	0.12	0.13	0.10
12. Tala de algodón lisa en pared	0.05	0.08	0.12	0.22	0.32	—
13. Tala fruncida a 2 cm. de la pared	0.05	0.22	0.40	0.54	0.52	—
14. Tala de arpillera sobre madera	0.30	0.27	0.27	0.26	0.15	—
15. Terciopelo liso	0.05	0.12	0.35	0.45	0.38	—
16. Terciopelo fruncido	0.14	0.35	0.55	0.72	0.70	—
17. Filtro de 35 mm. de espesor	0.13	0.31	0.56	0.69	0.65	—
18. Alfombra de goma de 5 mm.	0.04	0.04	0.08	0.12	0.03	0.10
19. Alfombra fibra vegetal	0.08	—	0.17	—	0.30	—
20. Alfombra fibra de coco	0.11	0.13	0.17	0.40	0.29	0.29
21. Alfombra forrada de fieltro 12 mm.	0.11	0.14	0.37	0.43	0.27	0.27
22. Moqueta sobre suelo de cemento	0.09	0.08	0.21	0.26	0.27	0.37
23. Moqueta sobre 3 mm. de fieltro	0.11	0.14	0.37	0.43	0.27	0.25

Tabla 3
OBJETOS

Nombre del material	Coeficientes de absorción sonora a las frecuencias de					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
1. Silla con asiento y espalda duros de madera	0.02	0.02	0.03	0.035	0.038	0.038
2. Silla con asiento y espalda blandos tapizada	0.09	0.12	0.14	0.16	0.15	0.16
3. Un espectador	0.36	0.43	0.47	0.44	0.49	0.49
4. Músico con instrumento	0.40	0.85	1.15	1.40	1.20	1.20
5. Butaca tapizada de terciopelo	0.30	0.32	0.27	0.30	0.33	0.33
6. Butaca tapizada con plástico	0.20	0.20	0.25	0.30	0.30	0.30
7. Espectador en asiento de madera	0.15	0.25	0.35	0.38	0.38	0.35
8. Espectador en asiento de respaldo tapizado	0.30	0.33	0.38	0.46	0.39	0.35
9. Espectador en asiento tapizado	0.30	0.35	0.42	0.46	0.48	0.40
10. Alumno en pupitre de madera	0.24	—	0.39	—	0.43	—
11. Feligreses en bancos de iglesia	0.20	0.25	0.31	0.35	0.33	0.30
12. Pupitre de madera	0.04	—	0.04	—	0.04	—
13. Butaca de madera	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	—
14. Público general sentado	0.30	0.32	0.37	0.44	0.36	—
15. Ventana abierta	1	1	1	1	1	1
16. Rejilla ventilación	0.50	0.50	0.40	0.35	0.30	0.25
17. Vidrio de espejo	0.035	0.025	0.019	0.012	0.07	0.04
18. Vidrio de ventana	0.035	0.04	0.027	0.03	0.02	0.02

Tabla 4
MATERIALES Y CONSTRUCCIONES ESPECIALES

Nombre del material	Coeficientes de absorción sonora a las frecuencias de					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
1. Arbolite perforado, espesor 2,5 cm. peso por unidad de volumen 150 Kg/m ³	—	—	0.73	0.72	0.84	0.80
2. Arbolite, espesor 3,5 cm. 570 Kg/m ³	0.32	0.40	0.36	0.35	0.37	0.35
3. Arbolítico, espesor 3,5 cm. 250 Kg/m ³	0.60	0.73	0.80	0.82	0.81	0.70
4. Hormigón de espuma acústica, espesor 3 cm. 940 Kg/m ³	—	—	0.39	0.42	0.42	0.39
5. Filtro de pelo 25 mm.	0.18	0.36	0.71	0.79	0.82	0.85
6. Filtro de pelo 25 mm. con intervalos de aire a 50 mm	0.35	0.62	0.88	0.92	0.78	0.84
7. Filtro de lana 2,5 cm.	0.09	0.34	0.55	0.66	0.52	0.39
8. Lana mineral 15 cm.	0.47	0.53	0.60	0.62	0.58	0.56
9. Lana mineral con lana fina de madera espesor 2,5 cm. 6,5 Kg/m ³	0.10	0.27	0.50	0.68	0.56	0.48
10. Lana mineral con cubierta de metal perforado con 10 aberturas de 1,5 mm. de diámetro a 1 cm ²	0.09	0.25	0.48	0.66	0.57	0.47
11. Lana mineral de espesor 35 mm. cubierta con yeso acústico perforado	0.28	0.37	0.40	0.38	0.39	—
12. Lana mineral 40 mm. en cojin	0.32	0.40	0.53	0.55	0.61	0.66
13. Corcho en general	0.12	0.27	0.70	0.80	0.72	—
14. Aglomerado de corcho	0.12	0.28	0.85	0.82	0.78	—
15. Enlucido de yeso y vermiculita	0.12	0.10	0.07	0.09	0.07	—
16. Panel perforado de fibra-yeso	0.40	0.80	0.62	0.92	0.81	—
17. Placas perforadas Soundex	0.19	0.40	0.82	0.85	0.82	—
18. Techos metal acústico perforado con fibra de vidrio	0.65	0.61	0.80	0.95	0.92	—
19. Panel de techo perforado con fibra de vidrio interior	0.40	0.60	0.80	0.60	0.60	—
20. Elementos tipo Dampa equipados con lana mineral	0.60	0.85	0.70	0.70	0.85	—
21. Arena seca	0.15	0.35	0.40	0.50	0.55	0.80
22. Arena húmeda	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.15
23. Caps de nieve de 6 cm. de espesor recién caída	—	0.95	—	0.95	—	0.98
24. Aire (40% humedad relativa)	—	—	—	—	0.0016	0.009
25. Aire (50% humedad relativa)	—	—	—	—	0.0012	0.008
26. Aire (60% humedad relativa)	—	—	—	—	0.0010	0.007
27. Lana mineral espesor 60 mm. con pantalla perforada de fibra de madera: h = 4 mm., d = 15 mm., m = 0,017 gr/cm ² .	0.31	0.50	0.70	0.41	0.29	—
28. Lana de vidrio 9 cm	0.32	0.40	0.51	0.60	0.65	0.60
29. Lana de vidrio sobre pared	0.1	0.15	0.45	0.55	0.60	0.60
30. Panel semicilíndrico de contrachapado: d = 50 cm., h = 20 cm., b = 35, 25, 20, 15, 20, 25, 35, 25 cm.	0.25	0.30	0.33	0.22	0.20	0.21
31. Losetas de fibra de madera 25 mm. junto a la pared	0.47	0.52	0.50	0.55	0.58	0.63
32. Revoco tirolasa de 18 mm. a base de vermiculita	0.08	0.09	0.10	0.18	0.50	—
33. Fibra de vidrio de 3 cm. sobre pared	0.32	0.46	0.66	0.70	0.69	—
34. Fibra de vidrio de 5 cm. sobre pared	0.38	0.63	0.78	0.87	0.83	—
35. Filtro de lana de roca de 3 cm. sobre pared	0.17	0.50	0.84	0.87	0.90	—
36. Filtro tipo Vitrofib 6 cm. espesor	0.22	0.56	0.78	0.90	0.81	—
37. Placas minerales Perfoacoustic	0.41	0.50	0.65	0.79	0.77	—
38. Placas minerales Viroterm	0.09	0.24	0.94	0.29	0.55	—
39. Placas tipo Durisol	0.12	0.30	0.60	0.54	0.55	—
40. Placa de aglomerado mineral tipo Permacoustic sobre pared	0.18	0.35	0.83	0.86	0.82	—
41. Lámina de Spandex o Styropor de 15 mm. con 4 cm. de cámara de aire	0.51	0.63	0.60	0.42	0.40	—
42. Porexpan (5 cm.)	0.30	0.45	0.60	0.90	0.83	—
43. Pavimento de goma 5 mm	0.05	0.06	0.10	0.12	0.08	—
44. Agua	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02

Tabla 5

CRISTALERIA ESPAÑOLA S. A.						
Nombre del material	Coeficiente de absorción sonora a las frecuencias de					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
1. Panel Aluminol (25 cm. cámara de aire)	0.40	0.68	0.46	0.43	0.24	0.16
2. Panel PI-256 (25 mm. espesor)	0.04	0.21	0.49	0.65	0.83	0.84
3. Panel PI-256 (40 mm. espesor)	0.13	0.42	0.74	0.85	0.95	0.89
4. Panel PI-256 (60 mm. espesor)	0.25	0.64	0.91	0.95	0.95	0.94
5. Panel Marina (marina)	—	—	—	—	—	—
6. Panel PA (25 cm. cámara de aire)	0.53	0.88	0.85	0.93	0.97	0.95
7. Panel PV-Papel (cerramientos verticales)	—	—	—	—	—	—
8. Panel PF (suelos)	—	—	—	—	—	—
9. Panel PI-156 (30 mm. espesor)	0.10	0.32	0.55	0.66	0.78	0.77
10. Panel PI-156 (50 mm. espesor)	0.19	0.43	0.77	0.82	0.94	0.83
11. Panel PI-156 (70 mm. espesor)	0.33	0.65	0.88	0.91	0.97	0.94
12. Panel PI-156 (100 mm. espesor)	0.54	0.87	1.0	0.98	0.97	0.93
13. Panel PV (60 mm. espesor)	0.21	0.55	0.77	0.86	0.80	0.72
14. Panel DIN (30 mm. espesor)	0.50	0.72	0.63	0.45	0.25	0.13
15. Panel DIN (60 mm. espesor)	0.52	0.75	0.71	0.55	0.31	0.16
16. Panel Roofing (20 mm. espesor)	0.07	0.18	0.38	0.82	0.74	0.64
17. Filtro BR Aluminio (aire acondicionado)	—	—	—	—	—	—
18. Filtro T (techos)	—	—	—	—	—	—
19. Filtro FF (suelos)	—	—	—	—	—	—
20. Filtro BR (techos)	—	—	—	—	—	—
21. Burlise (tuberías, ventanas, etc.)	—	—	—	—	—	—
22. Telsol (tuberías)	—	—	—	—	—	—
23. Fibrair VN - 36/12%	5	6	7	24	42	—
24. Climaver %	7	14	29	71	90	—
25. Cubretuberías	—	—	—	—	—	—
26. Coquilas	—	—	—	—	—	—
27. Borra blanca (como relleno)	—	—	—	—	—	—
28. Borra baquetizada (relleno)	—	—	—	—	—	—
29. Carbón (revestimiento muro)	—	—	—	—	—	—
30. Centitex-113 (30 mm. espesor)	0.10	0.29	0.59	0.70	0.87	0.83
31. Centitex-113 (50 mm. espesor)	0.16	0.49	0.80	0.83	0.93	0.96
32. Centitex-113 (70 mm. espesor)	0.30	0.72	0.91	0.93	0.98	0.97
33. Centitex-113 (90 mm. espesor)	0.47	0.88	0.96	0.98	1.00	0.98
34. Centitex-323 (30 mm. espesor)	0.07	0.31	0.65	0.82	0.98	0.95
35. Centitex-323 (50 mm. espesor)	0.17	0.52	0.90	0.96	0.97	0.90
36. Centitex-323 (70 mm. espesor)	0.40	0.79	0.89	1.03	1.04	0.99
37. Centitex-323 (90 mm. espesor)	0.54	0.93	1.04	1.02	1.02	1.03
38. Centitex-343 (30 mm. espesor)	0.09	0.34	0.73	0.88	0.95	0.94
39. Centitex-343 (50 mm. espesor)	0.22	0.62	0.90	0.90	0.89	0.85
40. Centitex-343 (70 mm. espesor)	0.42	0.82	0.93	0.91	0.99	0.98
41. Cemento (revestimiento)	0.57	0.84	0.92	0.93	0.94	0.96
42. Cemento (revestimiento)	—	—	—	—	—	—
43. Barroc-151 (antivibrador)	—	—	—	—	—	—
44. Barroc-511 (antivibrador)	—	—	—	—	—	—
45. Coquilas-315-M (cubretuberías)	—	—	—	—	—	—
46. Coquilas-315-M (cubretuberías)	—	—	—	—	—	—
47. Spintex-HP-353 (30 mm. espesor)	0.08	0.35	0.74	0.89	0.98	0.95
48. Spintex-HP-353 (40 mm. espesor)	0.16	0.57	0.89	0.89	0.94	0.95
49. Spintex-HP-353 (50 mm. espesor)	0.25	0.56	0.91	0.91	0.92	0.96
50. Spintex-HP-353 (60 mm. espesor)	0.43	0.78	0.90	0.95	0.97	0.96
51. SX-Spintex-613 (50 mm. espesor)	0.10	0.20	0.45	0.87	0.97	0.99
52. SX-Spintex-643 (50 mm. espesor)	0.40	0.60	0.85	0.95	0.96	0.99
53. SX-Spintex-613-M (50 mm. espesor)	0.10	0.20	0.45	0.87	0.97	0.99
54. Manta 322-G (30 mm. espesor)	0.07	0.31	0.65	0.82	0.98	0.95
55. Manta 322-G (50 mm. espesor)	0.17	0.52	0.90	0.96	0.97	0.90
56. Manta 322-G (70 mm. espesor)	0.40	0.79	0.99	1.03	1.04	0.99
57. Manta 322-G (90 mm. espesor)	0.54	0.93	1.04	1.02	0.96	1.03
58. Manta 342-G (30 mm. espesor)	0.09	0.34	0.73	0.88	0.95	0.94
59. Manta 342-G (30 mm. espesor)	0.22	0.62	0.90	0.90	0.89	0.95
60. Manta 342-G (30 mm. espesor)	0.42	0.82	0.93	0.91	0.99	0.98
61. Manta 342-G (30 mm. espesor)	0.57	0.84	0.92	0.93	0.94	0.96
62. Manta 342-G-125 (antivibrador)	0.09	0.34	0.73	0.88	0.95	0.94
63. Manta HP-342-G (30 mm. espesor)	0.22	0.62	0.90	0.90	0.89	0.95
64. Manta HP-342-G (50 mm. espesor)	—	—	—	—	—	—

Tabla 5

CRISTALERIA ESPAÑOLA S. A.

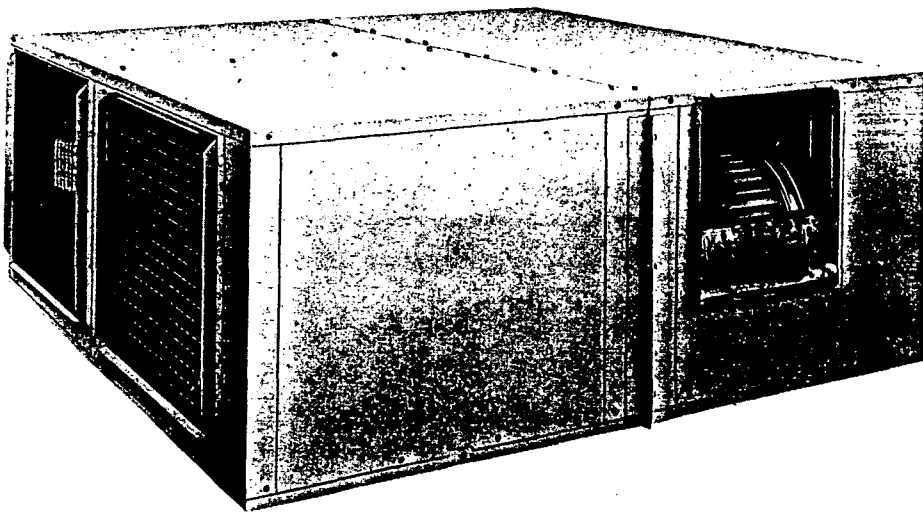
Nombre del material	Coeficiente de absorción sonora a las frecuencias de					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
65. Manta HP-342-G (70 mm. espesor)	0.42	0.82	0.93	0.91	0.99	0.98
66. Manta HP-342-G (90 mm. espesor)	0.57	0.84	0.92	0.93	0.94	0.96
67. Techo FM-11 perforación regular	0.38	0.67	0.77	0.82	1.11	1.0
68. Techo FM-12 perforación irregular	0.35	0.53	0.53	0.71	0.85	0.84
69. Techo FM-22 constelación	0.44	0.55	0.61	0.72	0.87	0.86
70. Techo FM-13 Reta	0.41	0.54	0.61	0.76	0.97	1.02
71. Techo FM-21 fisurado	0.41	0.54	0.54	0.72	0.86	1.0
72. Techo FM-14 estructura	0.37	0.51	0.52	0.71	0.94	0.84
73. Techo FM-15 estrado	0.40	0.47	0.46	0.55	0.58	0.57
74. Techo FM-16 estrado microporoso	0.50	0.55	0.58	0.68	0.86	0.85
75. Techo FM-17 fisurado en cruz	0.45	0.66	0.68	0.77	0.90	0.90
76. Techo FM-18 relieve	0.50	0.32	0.24	0.23	0.26	0.28
77. Techo FM-19 liso	0.23	0.17	0.12	0.16	0.16	0.15
78. Techo FM-31 perforación regular	—	—	—	—	—	—
79. Techo FM-32 perforación irregular	—	—	—	—	—	—
80. Techo FM-61 fisura	0.32	0.44	0.51	0.89	0.88	1.0
81. Techo FM-62 fisurado natural	—	—	—	—	—	—
82. Techo FM-63 rocoso	0.35	0.32	0.24	0.23	0.26	0.28
83. Techo FM-64/2 sonobelux	0.37	0.50	0.62	0.82	0.87	0.72
84. Techo FM-64/1 sonobelux	0.26	0.17	0.12	0.13	0.13	0.08
85. Techo FM-64/3 sonobelux	0.26	0.17	0.12	0.13	0.13	0.08
86. Techo FM-64/4 sonobelux	0.37	0.50	0.62	0.82	0.87	0.72
87. Techo FM-66 plumetas bordado realce	0.27	0.20	0.15	0.18	0.22	0.18
88. Techo FM-66/mP plumetas microporoso	0.43	0.48	0.53	0.65	0.67	0.61

Tabla 6

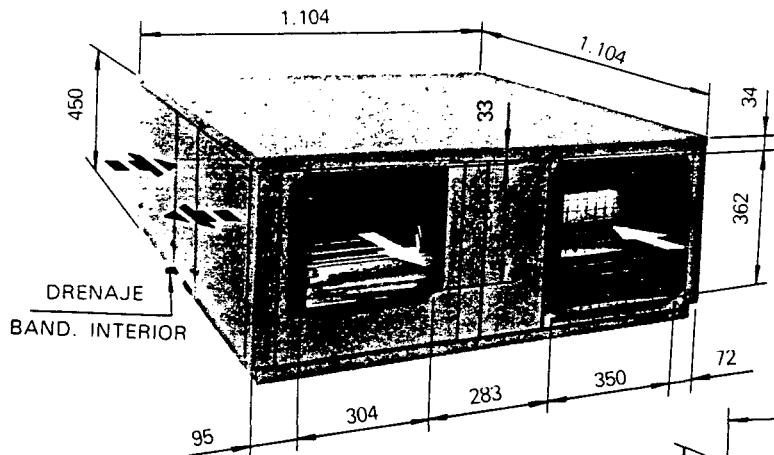
Nombre del material	Coeficientes de absorción sonora a las frecuencias de					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz
1. Techo Gold Leaf	0.30	0.25	0.52	0.80	0.68	0.56
2. Techo Antique Glass	0.30	0.25	0.52	0.80	0.68	0.56
3. Techo Second Lode	—	—	—	—	—	—
4. Techo Minimalform S (1.250 x 625 x 200)	0.03	0.13	0.43	0.80	0.83	0.71
5. Techo Minimalform S (625 x 625 x 200)	0.70	0.58	0.88	1.14	1.09	1.04
6. Techo Minimalform S (1.250 x 625 x 300)	0.08	0.19	0.57	0.91	0.88	0.82
7. Techo Minimalform S (625 x 625 x 300)	0.09	0.20	0.64	1.13	1.06	0.98
8. Pared Sound soak	—	—	—	—	—	—
9. Techo Soft Look	0.34	0.47	0.53	0.83	0.88	0.85
10. Techo Treverstone Highspire TG	0.24	0.50	0.59	0.80	0.84	1.22
11. Techo Treverstone Sanserra TG	0.24	0.44	0.54	0.72	0.89	1.14
12. Techo Treverstone Alaska TG	0.25	0.33	0.43	0.67	0.73	0.84
13. Techo Treverstone Highspire	0.24	0.50	0.59	0.80	0.94	1.22
14. Techo Treverstone Sanserra	0.24	0.44	0.54	0.72	0.89	1.14
15. Techo Cerameguard Travertino	0.25	0.28	0.46	0.71	0.86	0.93
16. Techo Perspectives Münster	0.19	0.24	0.35	0.45	0.59	0.84
17. Techo Minatone Tegular Fisurado	0.44	0.41	0.55	0.70	0.77	0.72
18. Techo Minatone Tegular Cellic	0.44	0.39	0.46	0.64	0.78	0.72
19. Techo Minatone Fisurado	0.37	0.35	0.46	0.67	0.73	0.72
20. Techo Minatone Aleria	0.44	0.41	0.55	0.70	0.77	0.72
21. Techo Minatone Fisurado	0.39	0.35	0.46	0.67	0.73	0.72
22. Techo Minatone Cellic	0.34	0.39	0.46	0.67	0.73	0.72
23. Techo Minatone Classic	0.44	0.41	0.55	0.70	0.77	0.72
24. Techo Minatone Classic	0.34	0.39	0.46	0.67	0.73	0.72
25. Techo Minatone Brasilia	0.40	0.39	0.46	0.67	0.73	0.72
26. Techo Perspectives Venezia	—	—	—	—	—	—
27. Techo Armaturf	0.29	0.37	0.46	0.68	0.61	0.55



Interclisa

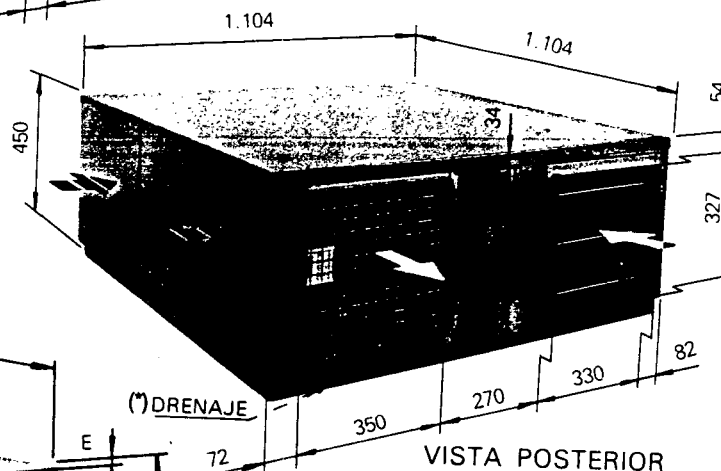


**MODELOS
TAS 24 F/B**



VISTA FRONTAL

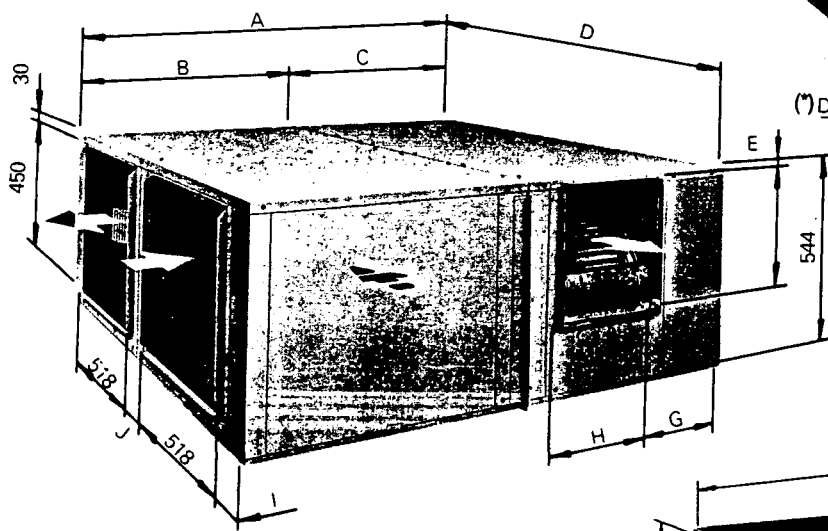
**MODELOS
TAS 24 F/B**



VISTA POSTERIOR

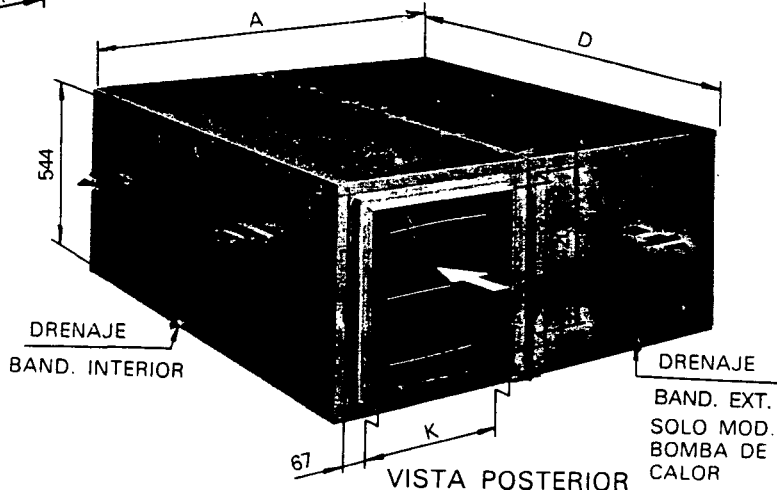
(*) DRENAJE, SOLO MOD. BOMBA DE CALOR

**MODELOS
TAS 34-44-54 F/B**



VISTA FRONTAL

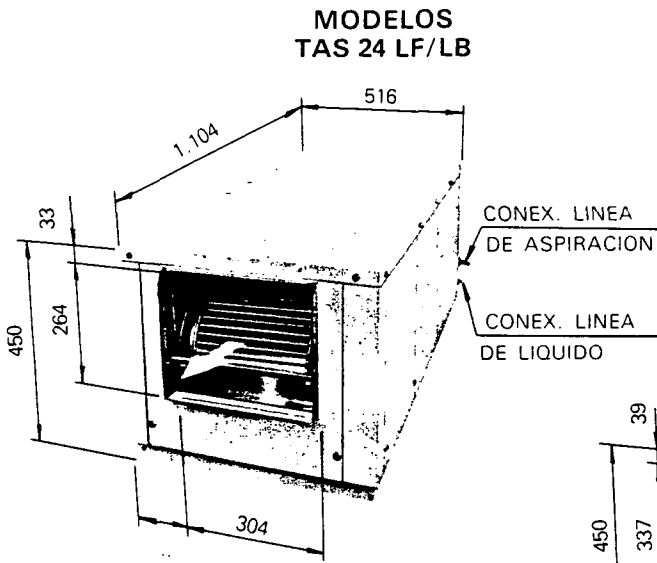
**MODELOS
TAS 34-44-54 F/B**



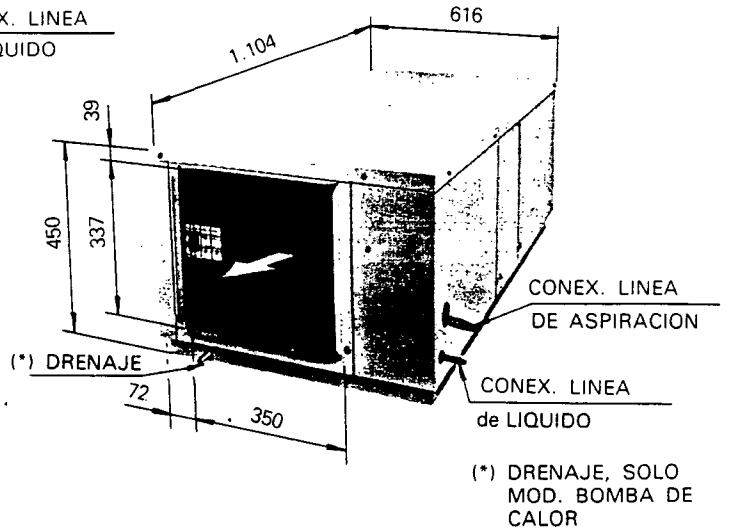
VISTA POSTERIOR

DRENAJE BAND. EXT. SOLO MOD. BOMBA DE CALOR

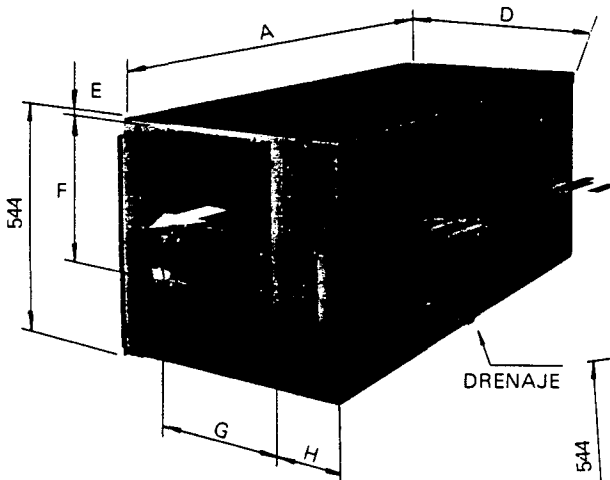
MODELOS	A	B	C	D	E	154	G	H	I	J	K
TAS 34 F/B	1260	686	574	1295	97	293	151	337	87	115	418
TAS 44 F/B	1260	686	574	1295	14	345	162	314	87	115	418
TAS 54 F/B	1355	701	654	1347	14	345	242	314	124	130	498



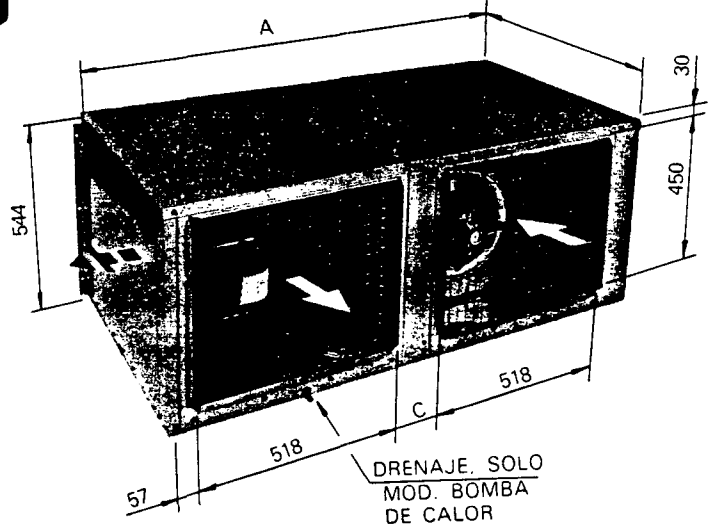
MODELOS
TAS 24 HF/HB



MODELOS
TAS 34-44-54 LF/LB



MODELOS
TAS 34-44-54 HF/HB



MODELOS	A	B	C	D	E	F	G	H
TAS 34 HF/B - TAS 34 LF/B	1295	686	115	574	97	293	337	151
TAS 44 HF/B - TAS 44 LF/B	1295	686	115	574	14	345	314	162
TAS 54 HF/B - TAS 54 LF/B	1347	701	130	654	14	345	314	242

SERIE DE MODELOS TÉCNICAS
TUBERIALES

MODELOS DE FRIO	COMPACTOS		TAS 24 F	TAS 34 F	TAS 44 F	TAS 54 F
	REMOTOS	CLIMATIZADORA	TAS 24 LF	TAS 34 LF	TAS 44 LF	TAS 54 LF
		MOTOCONDENSADORA	TAS 24 HF	TAS 34 HF	TAS 44 HF	TAS 54 HF
Tensión de funcionamiento	V/Ph/Hz.	220-240/1/50	220/3/50 ó 380/3/50 (*)			
Capacidad frigorífica	Kcal/h. W.	6.250 7.466	9.000 10.466	11.000 12.791	13.500 15.698	
Potencia absorbida (1)	Kw.	3,60	4,30	5,65	7,25	
Caudal de aire:						
— Ventilador interior alta veloc.	m ³ /h.	1.250	2.000	2.900	3.000	
Presión estática disponible	mm. c.a.	5	5,1	5,6	6,5	
— Ventilador exterior alta veloc.	m ³ /h.	2.000	2.800	4.000	3.700	
Presión estática disponible	mm. c.a.	4	4,0	4,0	5,0	
Pesos netos (Aprox.):						
— Compactos, Mod. «TAS-F»	Kg.	150	195	210	225	
— Remotos:						
• Climatizadoras, Mod. «TAS-LF»	Kg.	60	75	85	90	
• Motocondensad., Mod. «TAS-HF»	Kg.	100	125	130	140	

MODELOS BOMBA DE CALOR	COMPACTOS		TAS 24 B	TAS 34 B	TAS 44 B	TAS 54 B
	REMOTOS	U. INTERIOR	TAS 24 LB	TAS 34 LB	TAS 44 LB	TAS 54 LB
		U. EXTERIOR	TAS 24 HB	TAS 34 HB	TAS 44 HB	TAS 54 HB
Tensión de funcionamiento	V/Ph/Hz.	220-240/1/50	220/3/50 ó 380/3/50 (*)			
Capacidad (1):						
— Funcionamiento en bomba	Kcal/h. W.	6.250 7.268	9.000 10.466	12.000 13.954	14.000 16.280	
— Funcionamiento en frío	Kcal/h. W.	6.250 7.268	8.600 10.000	10.850 12.617	13.500 15.698	
Potencia absorbida (1):						
— Funcionamiento en bomba	Kw.	3,18	3,60	5,04	5,83	
— Funcionamiento en frío	Kw.	3,60	4,20	5,65	7,25	
Caudal de aire:						
— Funcionamiento en bomba:						
• Ventilador interior alta veloc.	m ³ /h.	1.250	2.000	2.900	3.000	
Presión estática disponible	mm. c.a.	6,3	6,0	8,0	9,5	
• Ventilador exterior	m ³ /h.	2.000	2.800	4.000	3.700	
Presión estática disponible	mm. c.a.	2,5	2,0	2,0	2,5	
— Funcionamiento en frío:						
• Ventilador interior alta veloc.	m ³ /h.	1.250	2.000	2.900	3.000	
Presión estática disponible	mm. c.a.	5	5,1	5,6	6,5	
• Ventilador exterior alta veloc.	m ³ /h.	2.000	2.800	4.000	3.700	
Presión estática disponible	mm. c.a.	4	4,0	4,0	5,0	
Pesos netos (Aprox.):						
— Compactos, Mod. «TAS-B»	Kg.	160	205	230	240	
— Remotos:			126			
• U. Interior, Mod. «TAS-LB»	Kg.	60	75	85	90	
• U. Exterior, Mod. «TAS-HB»	Kg.	110	135	150	155	

(*) A 380 V es preciso emplear neutro.

(1) Capacidades y consumos en los Modelos remotos para la Unidad de Interior más la de Exterior.

— Para conocer las prestaciones de estos Modelos en diferentes condiciones de trabajo consultar Documentación Técnica.

COMPACTOS REMOTOS DE CONDICIÓN AMBIENTAL

DESCRIPCIÓN GENERAL

- Muebles en chapa de acero galvanizada, fosfatada, con pintura de esmalte de poliéster, con aislamiento térmico y acústico.

Diseñados para ser adaptados a cualquier instalación al ser intercambiables los paneles de admisión e impulsión de aire de los ventiladores de su posición normal a otro lateral.

Fácilmente convertibles en remotos con tan sólo separar dos muebles que forman la unidad a excepción de los Modelos TAS 24 F/B.

Amplios e independientes drenajes en las bandejas de recogida de agua.

- Filtros, lavables y recuperables, en el retorno de aire.
- Ventiladores centrífugos, accionados directamente por motores monofásicos, con equilibrado estático y dinámico. Los motores de los ventiladores de interior de todos los Modelos, frío y bomba, disponen de tres velocidades para elegir una según necesidades de caudal y presión estática en la instalación.

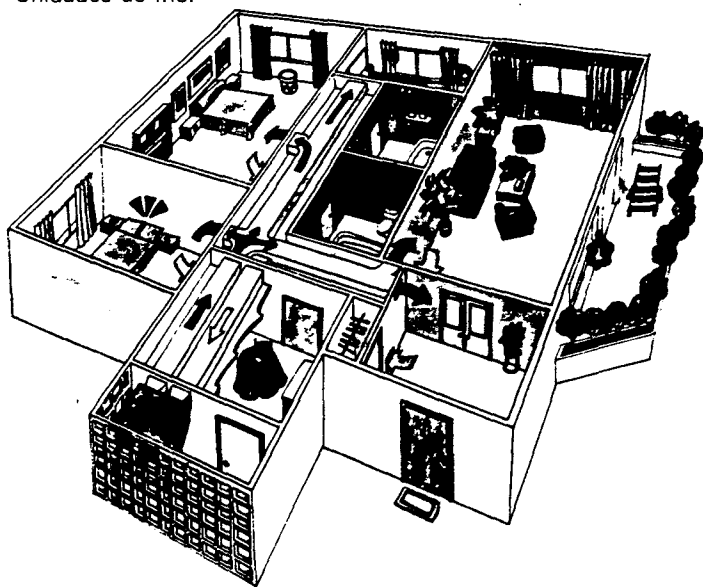
Los motores de los ventiladores de exterior de los Modelos de frío, tipo «TAS-F» y «TAS-HF», disponen de dos velocidades, alta o baja, para elegir una de las dos según necesidades.

- Baterías evaporadora y condensadora en tubos de cobre expandidos mecánicamente en aletas de aluminio.
- Compresores especialmente diseñados para funcionamiento en Bomba de Calor, con utilización en las Unidades de frío.

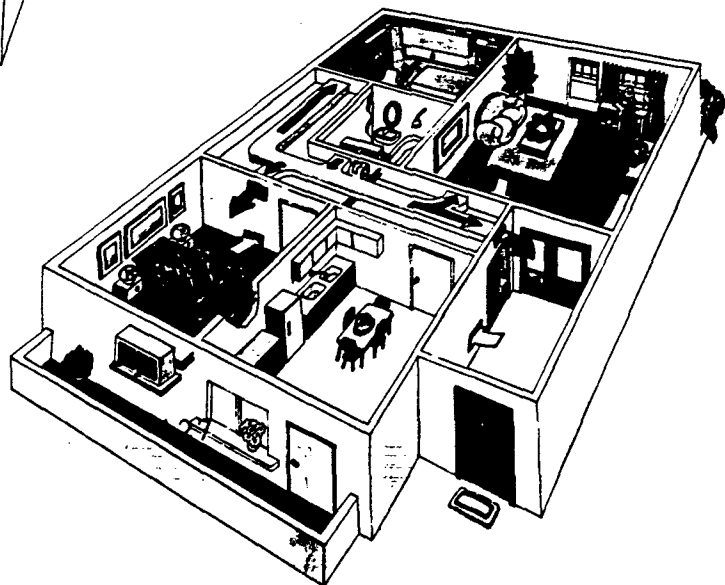
Incorporan aislamiento especial en motor, aceite de poca espuma, protector térmico de sobre-intensidad y temperatura inserto en devanado, amortiguación interna y externa.

Diseñados para funcionar con baja temperatura ambiente y en relaciones de compresión altas.

- Circuito de refrigerante hermático, en tubo de cobre con filtro deshidratador en modelos de frío. Válvulas anti-retorno, en by-pass con capilares, reversible y depósito antigolpe de líquido en los modelos bomba de calor.
- Todas las Unidades compactas se envían con la carga de refrigerante precisa y exacta para un correcto funcionamiento.
- Las cajas eléctricas de control, estancas, totalmente acabadas y cableadas, según normas internacionales, contienen todos los elementos eléctricos necesarios para tan sólo tener que conectar la Unidad a la red de alimentación eléctrica y al control de mando a distancia que se envía con las mismas.
- Un riguroso Control de Calidad prueba y verifica todas las Unidades antes de su envío.
- Los modelos bomba de calor llevan, además, un control de descongelación o desescarche de la batería exterior diseñado para limitar al mínimo imprescindible este ciclo de funcionamiento con el consiguiente ahorro energético.
- Un protector térmico de alta temperatura en línea de alta y presostatos de alta y baja protegen a la Unidad de un funcionamiento incorrecto.



INSTALACION
MODELOS COMPACTOS



INSTALACION
MODELOS REMOTOS

MANDO Y CONTROL A DISTANCIA

Tanto las Unidades compactas como las remotas están previstas para ser mandadas y controladas a distancia desde el recinto a acondicionar.

— Modelos de frío:

El mando control a distancia está constituido por un conjunto de empotrar a 220 V en los Modelos TAS 24 F/B y TAS 24 LF-HF, de montaje en superficie, a 24 V, en los restantes Modelos TAS 34, 44 y 54 F o LF-HF.

Incorporan: El selector de funcionamiento de la Unidad: Parada, Ventilación (sólo), Frío y Calor.

Termostato ambiente con selector de la temperatura deseada para frío y calor.

— Modelos bomba de calor:

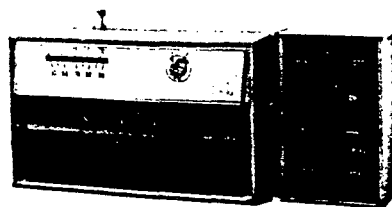
Incorporan el exclusivo sistema de control SERVOPAC-SYSTEM, a excepción de los Modelos TAS 24 B o TAS 24 LB/HB cuyo mando control es igual al anteriormente indicado. El SERVOPAC-SYSTEM le permite efectuar un óptimo control de funcionamiento de la Unidad, así como la máxima protección y ahorro energético.

En un termostato de ambiente especial se reúnen todos los elementos necesarios para mandar, gobernar y proteger a la Unidad.

Además, el sistema LOCK-PAC que llevan incorporado las Unidades hace que se puedan rearmar las protecciones desde el propio mando control.



MOD «TAS 34-44-54 F o LF-HF»



MOD. BOMBA DE CALOR
«TAS 34-44-54 B o LB-HB»

OPCIONALES

Bajo pedido se envían para su montaje en las Unidades los siguientes opcionales:

* Todos los modelos.

- Baterías de calor por resistencias eléctricas, como apoyo en los modelos bomba o de calor en los de frío.
- Módulos de calor para suplementar la potencia calorífica instalada en la batería eléctrica standard de los modelos de frío o como emergencia en los de bomba.
- Termostato ambiente automático en Modelos trifásicos.
- Conjunto filtro aire para batería exterior.

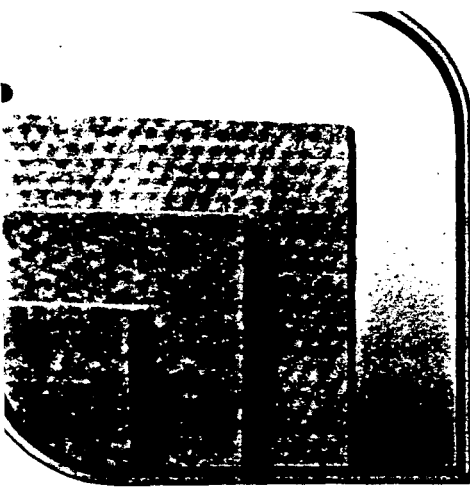
* Modelos de frío:

- Baterías de calor para agua caliente.
- Resistencias de cárter del compresor.
- Control presión de condensación para funcionamiento con baja temperatura exterior.

Nos reservamos el derecho de efectuar cualquier cambio sin previo aviso.



Interclisa | Carrier, s.a.



Panel "PF"

Panel rígido de fibras de vidrio aglomeradas con resinas termoendurecibles.

ESPESOR (mm)	LARGO (m)	ANCHO (m)
20	25	1,35
		0,60

61 kg/m³ (según espesor).

TEMPERATURA MEDIA °C		0	+ 24
Conductividad térmica	kcal/hm °C	0,026	0,029
	W/m °C	0,030	0,034

0,2 kcal/kg °C.

ESPESOR (mm)	20	25
Rigidez dinámica kp/cm ²	1,2	1,1

El producto es químicamente inerte; inatacable por los agentes químicos a excepción del ácido fluorhídrico; no es inflamable; es imputrescible e inodoro; no constituye alimento para los roedores, ni es medio adecuado para el desarrollo y proliferación de insectos y microorganismos.

Es de fácil manejo, pudiendo cortarse con facilidad para darle la forma adecuada.

En bolsas de polietileno.

Aislamiento térmico y acústico contra ruidos de impacto de forjados de pisos.

SISTEMA DE COLOCACION:

La superficie debe encontrarse seca y lisa (asperezas no superiores a 0,4 cm.).

Los salientes más importantes deben eliminarse y los huecos rellenarlos con arena fina y seca, o bien aplicar una capa de mortero pobre.

Todos los tabiques deben ser construidos antes de la aplicación del pavimento o al menos levantados hasta una altura de 2 hileras.

Los paneles se colocarán «a tope» y si se trata de dos capas, a cubrejuntas.

Se protegerán por medio de un cartón bituminoso de 250 gr/m² o una lámina de polietileno de 0,2 mm.

Asimismo el material aislante debe cubrir los paramentos, hasta una altura de 8 cm. Y las tuberías que atraviesan el forjado, a fin de evitar el contacto rígido con el pavimento flotante.

Hay que tener en cuenta que un solo «puente» (contacto rígido) del pavimento con el forjado, paramentos y tuberías, etc., puede disminuir el índice de aislamiento en unos 10 dB.

El espesor mínimo debe ser de 4 cm. La dosificación del cemento de 300 kg/m³ y el árido de una granulometría de 0 a 7 mm., siendo la proporción de 0 a 3 mm., no superior al 70% en peso. El árido, preferentemente, estará exento de arcilla. La plasticidad del mortero así formado, debe estar comprendida entre tierra húmeda y blanda.

Debe secar lentamente (durante una semana) y por igual en toda su superficie, a fin de evitar tensiones y posibles roturas, por ello es conveniente cubrirlos con sacos o papel y regar de vez en cuando, a no ser que se utilicen aditivos que aceleren el fraguado.

De acuerdo con estas recomendaciones se obtiene la resistencia mecánica requerida en el pavimento y que, a los 28 días en el prisma, debe alcanzar los siguientes valores:

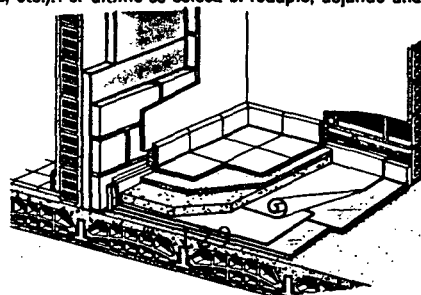
Resistencia a la flexión 40 kp/cm².

Resistencia a la compresión 225 kp/cm².

Por supuesto antes y durante la aplicación del pavimento, debe procurarse no pisar el material aislante, colocando tabloncillos para el paso de operarios y carretillas.

En superficies mayores de 30 m² o dimensiones superiores a 6 m., deberán preverse juntas de dilatación; para lo cual se realizará una incisión con la paleta o llana hasta la mitad del espesor del pavimento, por donde romperá al efectuarse la contracción del mismo.

Sobre el pavimento de mortero de cemento, puede aplicarse el acabado del piso de forma tradicional (terrazo, baldosa, parquet, láminas plásticas, etc.). Por último se coloca el rodapié, dejando una junta con el piso, que se rellenará con masilla plástica (silicona).



DESCRIPCION _____

DIMENSIONES _____

DENSIDAD _____

CONDUCTIVIDAD TERMICA _____

CALOR ESPECIFICO _____

RIGIDEZ DINAMICA _____

OTRAS PROPIEDADES _____

PRESENTACION _____

APLICACION _____

PREPARACION DEL SUELO (FORJADO) _____

COLOCACION DEL MATERIAL AISLANTE _____

CONSTRUCCION DEL PAVIMENTO FLOTANTE _____

JUNTAS DE DILATACION _____

ACABADO DEL PISO _____

DETALLE DE COLOCACION _____

ISOVER

Techos termo-acústicos

SONEBEL A-1

DESCRIPCION Panel rígido de fibras de vidrio aglomeradas con resinas termoendurecibles, recubierto por una de sus caras con un velo decorativo de fibra de vidrio.

DIMENSIONES

Espesor (mm)	30
Largo (m)	1,20 ó 0,60
Ancho (m)	0,60

DENSIDAD 50 Kg/m.³

CONDUCTIVIDAD TERMICA

Temperatura media	± 0 °C	+24 °C
Kcal/mh °C	0,026	0,029
W/m °C	0,030	0,034

RESISTENCIA TERMICA

Temperatura media	± 0 °C	+24 °C
Espesor (mm)	30	30
m ² h °C/Kcal	1,15	1,03
m ² °C/W	0,99	0,88

CALOR ESPECIFICO 0,2 Kcal/ Kg. °C

ABSORCION ACUSTICA Paneles colocados sobre perfilera metálica, sin cámara de aire:

Frecuencia	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Coef. αS	0,105	0,37	0,70	0,94	0,89	0,73

Paneles colocados sobre perfilera metálica, con una cámara de aire de 10cm:

Frecuencia	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Coef. αS	0,30	0,74	0,96	0,97	0,925	0,75

Paneles colocados sobre perfilera metálica, con una cámara de aire de 25cm:

Frecuencia	125	250	500	1.000	2.000	4.000
Coef. αS	0,535	0,86	0,895	0,91	0,955	0,75

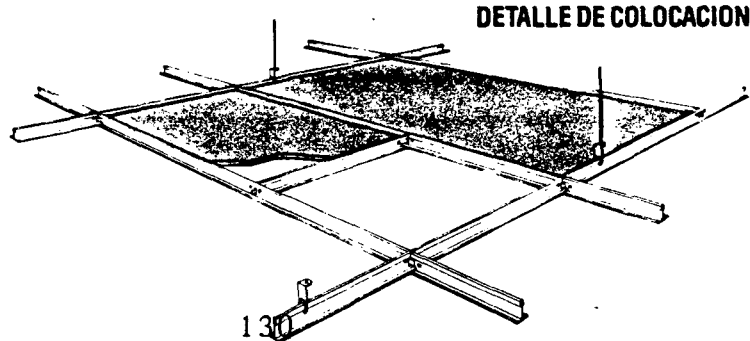
Según ensayos AC3. DAB8. 84 realizados en el Laboratorio del Instituto de Acústica "L. Torres Quevedo".

COMPORTAMIENTO AL FUEGO Clasificado M-1 según ensayo F-347 realizado en el Laboratorio de Fuego del I.N.I.A.

OTRAS PROPIEDADES El producto es químicamente inerte; es inatacable por los agentes químicos a excepción del ácido fluorhídrico; no es inflamable; es imputrescible e inodoro; no constituye alimento para los roedores, ni es medio adecuado para el desarrollo y proliferación de microorganismos. Tiene estabilidad dimensional y es un producto de fácil manejo. Este producto puede pintarse al «Gotelé».

PRESENTACION En cajas de cartón

APLICACION Corrección acústica y aislamiento térmico en oficinas, salas de espectáculos, hoteles, hospitales, etc.



ISOVER

Techos acústicos SONEBEL-FM

Los techos acústicos SONEBEL-FM, se componen de fibra mineral comprimida. Su gama está compuesta por una gran variedad de paneles standard para su colocación, mediante diferentes sistemas metálicos: visto, visto con rebaje, oculto y oculto desmontable.

Para sus realizaciones especiales en construcción, les ofreceremos igualmente toda una serie de paneles no standard (rogamos nos consulten).

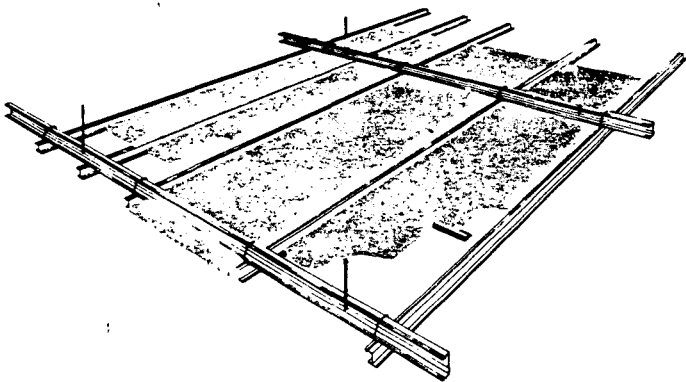
A todos los productos SONEBEL (más de 25 dibujos diferentes) se les aplica en su fabricación una pintura blanca en la superficie, que contribuye a una reflexión uniforme de la luz evitando el deslumbramiento.

Los techos SONEBEL mejoran considerablemente el aislamiento acústico y térmico de una local, confiriendo al mismo tiempo un aspecto altamente decorativo.

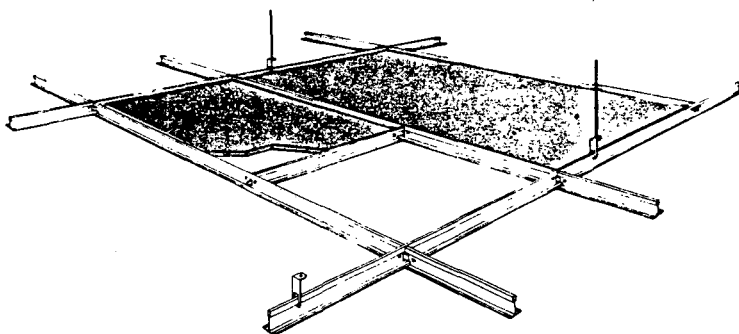
Estos techos acústicos SONEBEL, ocupan cada día un lugar más importante en locales colectivos, sobre todo oficinas, comercios, grandes almacenes, hoteles, hospitales, cinemas, teatros, centros de enseñanza, etc.

Documentación, muestras, fotos, referencias, actas y resultados de ensayos, serán facilitados si se solicitan. Además nuestro servicio técnico estará siempre a su disposición.

PERFILERIA OCULTA



PERFILERIA VISTA



CARACTERISTICAS TECNICAS - Techos acústicos SONEBEL - FM

Espesor aproximado	15 mm
Peso del panel aproximado	6 Kg/m ²
Peso del techo instalado incluida la perfilera	8-10 Kg/m ²
Coefficiente de conductividad térmica λ	0,054 Kcal/mh °C
Resistencia térmica	0,30 m ² h°C/Kcal
Coef. Transmisión K	1,72 Kcal/m ² h°C
Reflexión de la luz	80% aprox.
Superficie	Blanca, lavable
Poder absorbente	60-80% a 1.000 Hz

Mejora del aislamiento a ruidos aéreos	10 dB aprox.
Mejora del aislamiento a ruidos de impacto	15 dB aprox.
Aislamiento acústico en el local superior, si se han instalado tabiques fijos	41-53 dB.
Comportamiento al fuego	Clasificados M-1 según Certificados del Laboratorio de Fuego del I.N.I.A.
Resistencia al fuego	de 1 a 3 horas, según composición del forjado

CUIDADOS A OBSERVAR PARA SU COLOCACION

1. Una ejecución cuidada y en buenas condiciones de trabajo, es primordial para su aspecto final impecable de un Techo SONEBEL.

2. Por buenas condiciones de trabajo se entiende:

- Locales completamente secos.
- Trabajos de enlucido (paredes y suelos, incluso moquetas) terminados.

- Ventanas y puertas instaladas y acristaladas
- Sistema de calefacción y ambientación en funcionamiento, con el fin de obtener una temperatura e higrometría afines a las habituales de utilización.

Puertas acústicas



El complemento de un buen cerramiento.
Elevado aislamiento acústico.
Doble estructura flotante.
Relleno con materiales exclusivos.
Versiones especiales con mirillas.

Composición

Chapa negra pulida, de 1,5 mm de espesor.
Material aislante PKB-2 en hojas y marcos siendo éste un material que presenta una alta eficacia en el campo de las medias y altas frecuencias.

Material amortiguante LA-5 cuya función es transformar la energía mecánica contenida en la vibración, en energía térmica. Por tanto, reduce la irradiación sonora, transformando la correspondiente energía molesta, en otros tipos de energía.

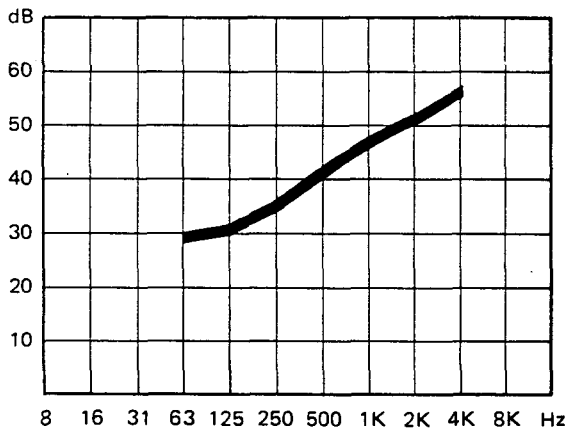
Material absorbente A-1: sirve de elemento disipador de energía en las cavidades de los aislamientos de múltiples capas que constituyen las puertas y tiene además una rigidez dinámica, una constante de propagación acústica y una constante adiabática adecuadas para lograr el menor grado posible de interconexión de estructura entre capas.

Puerta acústica RS-1

Las puertas de insonorización RS-1 realizadas por NOISETEC, S.A. con el fin específico del aislamiento acústico, están concebidas para lugares donde la exigencia de aislamiento sea elevada. Su forma de perfilado envolvente, tanto de pared como de marco, está concebida para lograr dos zonas fijas de contacto y cierre a través de juntas de neopreno a lo largo de todo su perímetro.

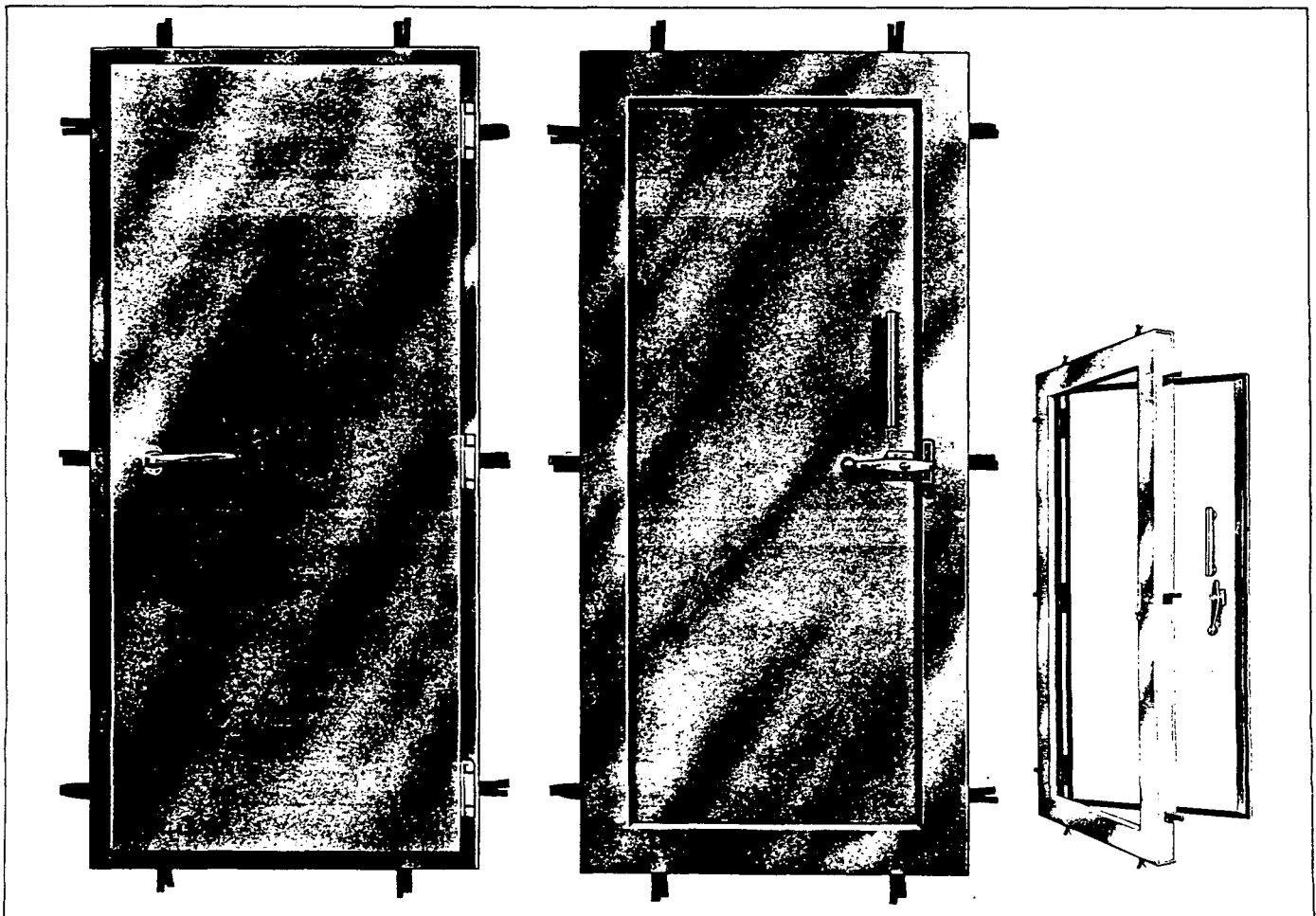
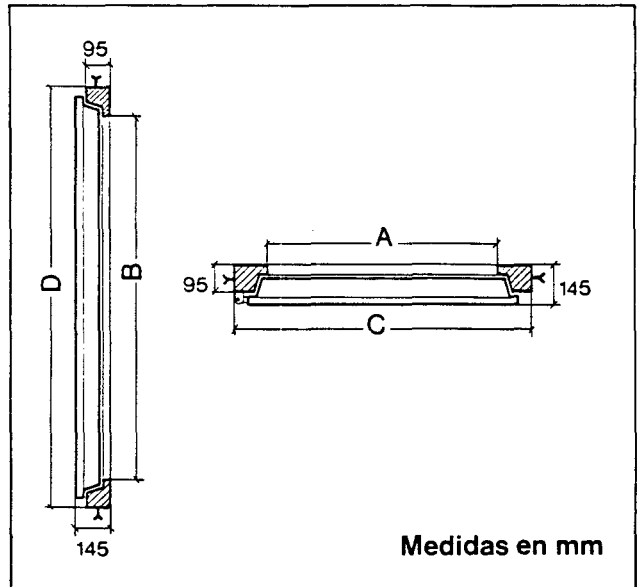
La estructura aislante se logra mediante superposición de chapa, material aislante PKB-2 y material amortiguante LA-5.

La transmisión por vía sólida viene interrumpida por la doble estructura aislante de la puerta (cuerpos separados).



La extraordinaria rigidez del bastidor conseguida a base de refuerzos metálicos internos asegura finalmente su estabilidad geométrica en el tiempo.

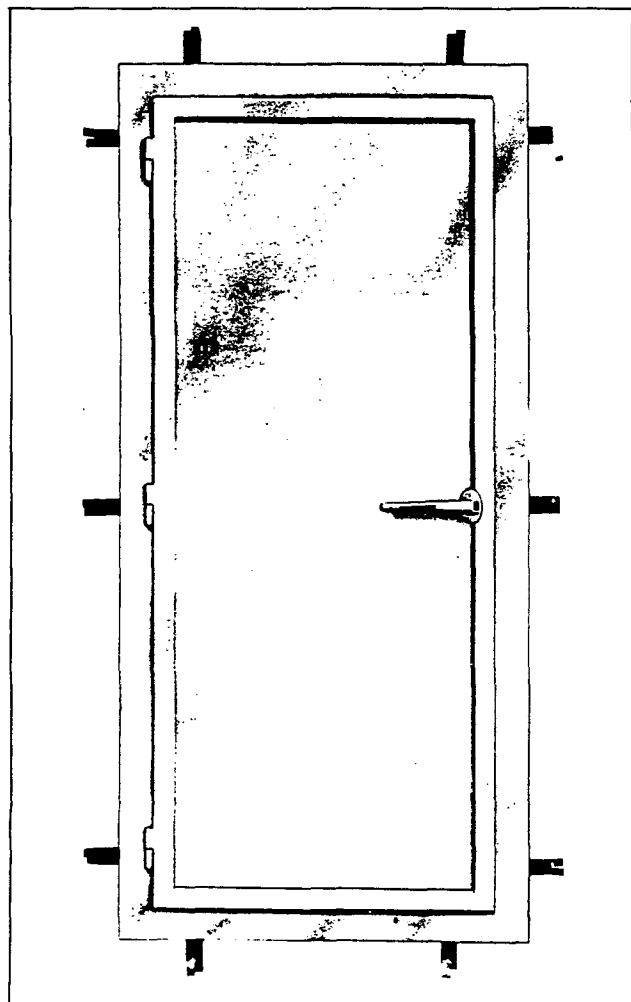
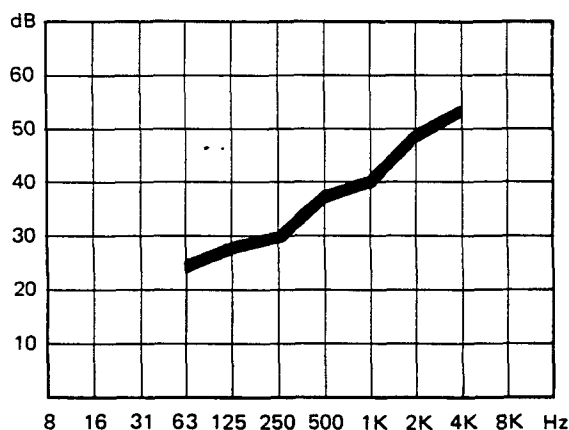
Características generales				
Dimensiones	Tipos			
	RS1/01	RS1/02	RS1/03	RS1/04
Exteriores CxD	995 x 2140	995 x 1995	1245 x 2245	995 x 2245
Luz AxB	755 x 1900	755 x 1755	1005 x 2005	755 x 2005



Puerta acústica RS-2

Las puertas de insonorización RS-2 realizadas por NOISETEC, S.A. están concebidas expresamente para el aislamiento acústico en zonas de acceso rápido, y en las que la exigencia de aislamiento no sea elevada.

La composición y características de las puertas RS-2 son similares a las de las RS-1, siendo su única diferencia, el no tener doble estructura perimetral flotante, esto hace que su aislamiento sea inferior, siendo su figura geométrica perimetral la de un perfil comercial laminado en frío.



Cierre

El elemento de cierre está constituido con un punto de ajuste central e interior, manillón interior de duraluminio inyectado y cromado. Eje principal de cuadrado de acero de 14 mm cincado. Dependiendo del tamaño de la puerta se incrementa el cierre con cremonas por barra de acero cincada rectangular.

Bisagras

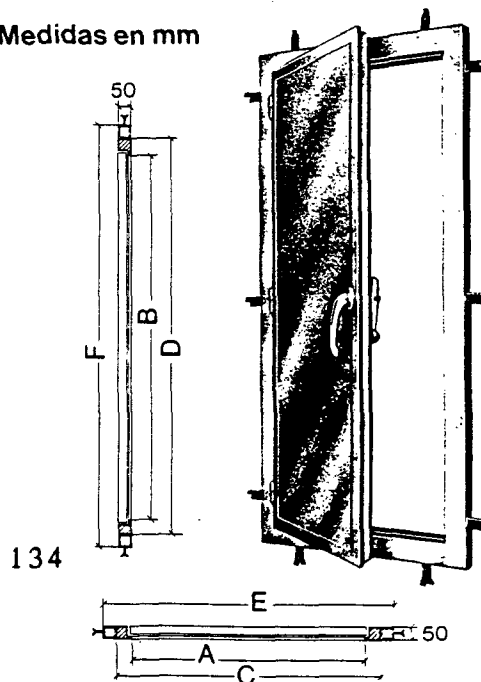
Las bisagras están fabricadas en zamak inyectado cromado brillante y su número va en proporción al tamaño de la puerta RS-1, peso 478 g.

Burlete

Los burletes perimetrales de ajuste por presión están fabricados especialmente en goma esponjosa negra, con recubrimiento exterior de neopreno para protegerlo de los cambios de temperatura, rayos ultravioletas, humedades, etc.

		Características generales		
		Tipos		
Dimensiones		RS2/01	RS2/02	RS2/03
Exteriores	CxD	875 x 2020	1100 x 2100	1320 x 2100
Luz	AxB	755 x 1900	980 x 1980	1200 x 1980
Con premarco	ExF	975 x 2120	1200 x 2200	1420 x 2200

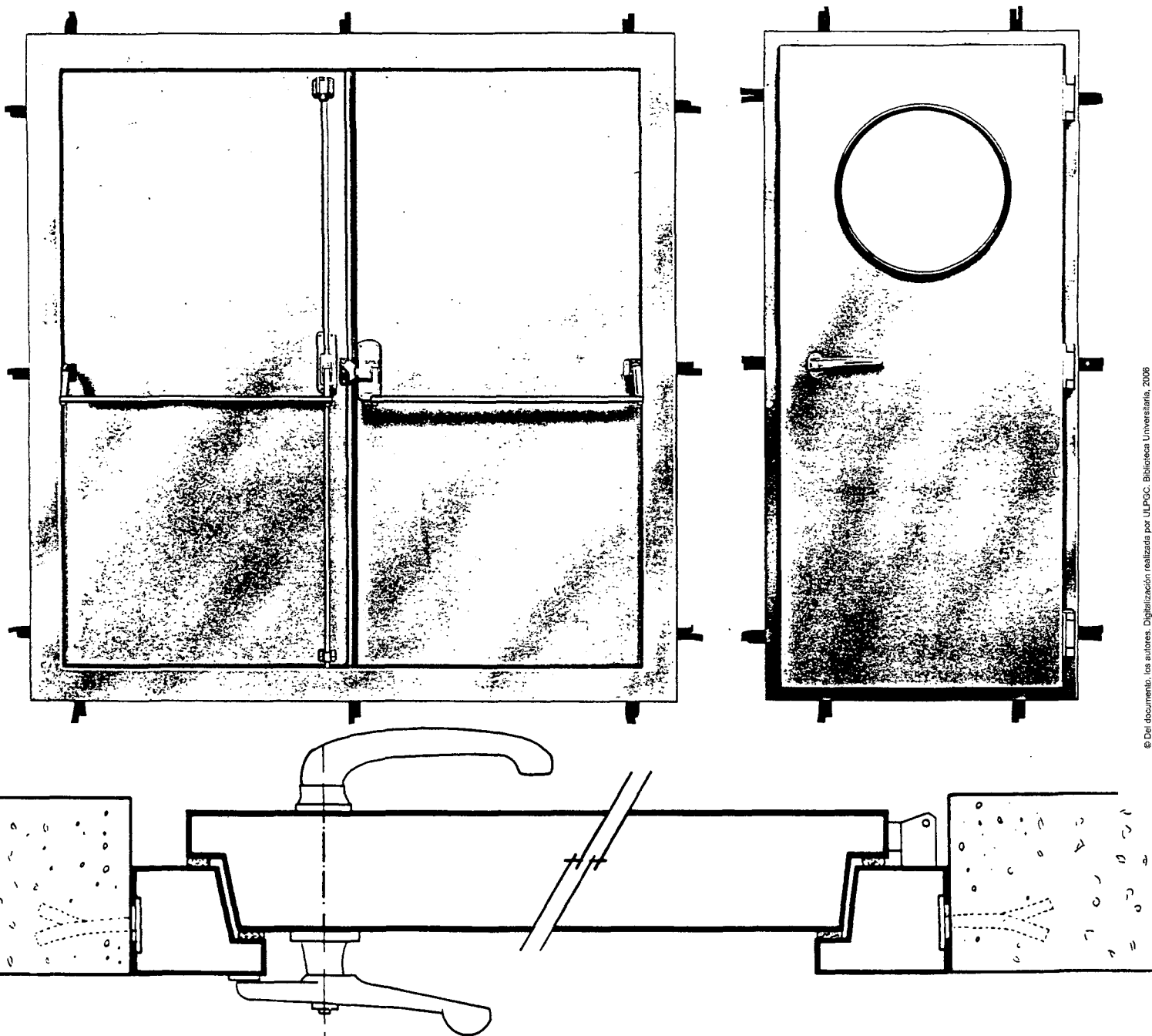
Medidas en mm



Puertas especiales

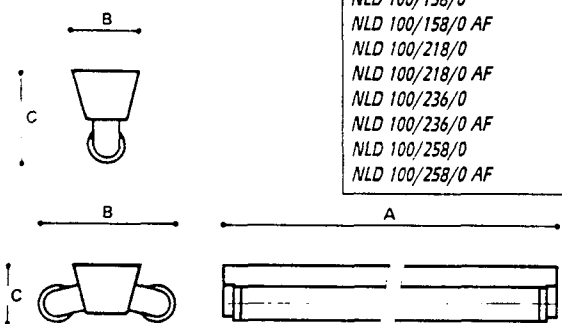
Existe la posibilidad de realizar bajo pedido, puertas de dimensiones y características especiales

como las que a continuación enumeramos:
Puertas de doble hoja, con montaje central.
Puertas con visor, de doble cristal, colocado en la parte central de la hoja.
Cerraduras con sistema antipánico.

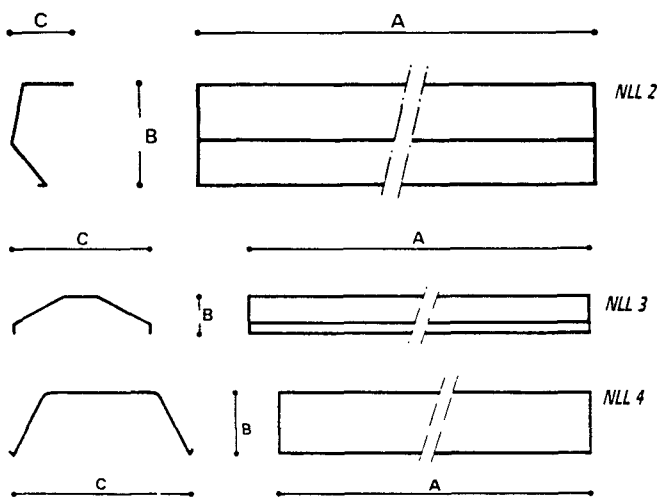


© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

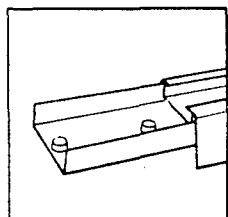
Modelo (1)	Potencia (w)	Dimensiones (mm)			Peso	U. E.	Código	Ptas.
		A	B	C				
NLD 100/118/0	1 x 18	618	60	93	1,5	6	42007	1.730
NLD 100/118/0 AF	1 x 18	618	60	93	1,6	6	42008	2.420
NLD 100/136/0	1 x 36	1.228	60	93	3,2	6	42010	1.970
NLD 100/136/0 AF	1 x 36	1.228	60	93	3,3	6	42011	2.600
NLD 100/158/0	1 x 58	1.528	60	93	4,2	6	42013	2.730
NLD 100/158/0 AF	1 x 58	1.528	60	93	4,3	6	42015	3.420
NLD 100/218/0	2 x 18	618	130	50	2,5	6	42016	2.275
NLD 100/218/0 AF	2 x 18	618	130	50	2,6	6	42018	2.820
NLD 100/236/0	2 x 36	1.228	130	50	4,6	6	42021	3.480
NLD 100/236/0 AF	2 x 36	1.228	130	50	4,7	6	42023	3.950
NLD 100/258/0	2 x 58	1.528	130	50	6,4	6	42025	4.850
NLD 100/258/0 AF	2 x 58	1.528	130	50	6,5	6	42026	5.830



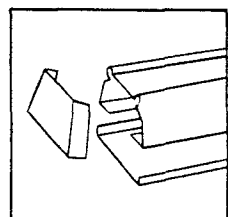
Modelo (1)	Potencia (w)	Dimensiones (mm)			U. E.	Código	Ptas.
		A	B	C			
NLL 2/18	1 x 18	618	80	50	6	20.126	890
NLL 2/36	1 x 36	1.228	80	50	6	19.897	1.250
NLL 2/58	1 x 58	1.528	80	50	6	19.898	1.470
NLL 3/18	1 x 18	618	47	158	6	19.899	1.030
NLL 3/36	1 x 36	1.228	47	158	6	19.900	1.440
NLL 3/58	1 x 58	1.528	47	158	6	19.901	1.660
NLL 4/18	2 x 18	618	78	236	6	20.127	1.325
NLL 4/36	2 x 36	1.228	78	236	6	19.902	1.990
NLL 4/58	2 x 58	1.528	78	236	6	19.903	2.410



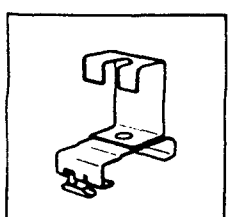
Accesorio	Modelo	Código	Ptas.
Pieza de empalme en línea	NLL 120	22220	170



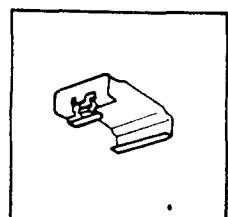
TTX 101



NLL 102/103

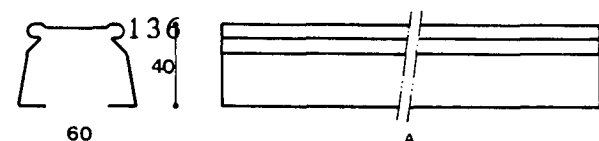


TTX 200 UB



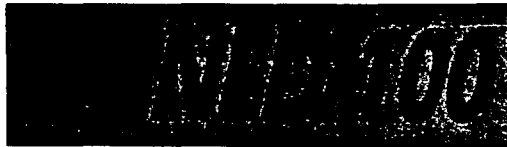
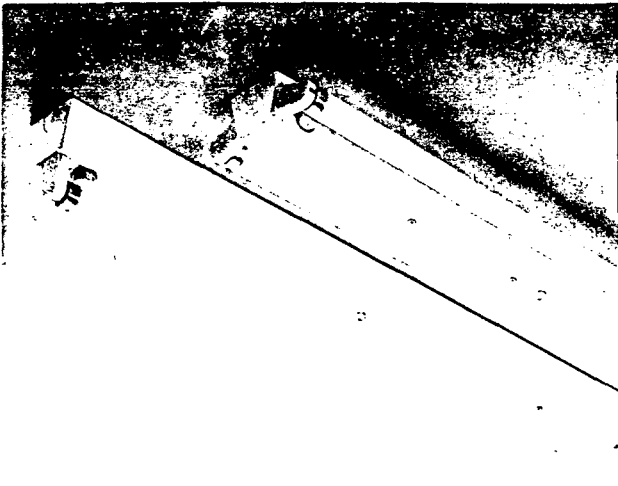
TTX 200 MB

Modelo (1)	Referencia	(mm) Dimensiones	U. E.	Cód.	Ptas.
Rail 2 long. 36 w.	NLL 100/236	2.456	6	45275	4.160
Rail 3 long. 36 w.	NLL 100/336	3.684	6	45273	6.120
Rail 2 long. 58 w.	NLL 100/258	3.056	6	45272	5.080
Rail 3 long. 58 w.	NLL 100/358	4.584	6	45274	7.580
Pieza unión railes	NLL 101	-	-	45329	410
Tapa Frontal	NLL-102 P	-	-	47906	200
Tapa Inferior 36 w.	NLL 103/36	1.228	2	45330	320
Tapa Inferior 58 w.	NLL 103/58	1.528	2	45331	380
Montaje a techo	TTX 200 MB	-	10	41926	410
Suspensión Pend.	TTX 200 UB	-	10	41862	460
Alineación Reflect.	NLL 120	-	6	22220	170
Péndulo 0,5 m.	NLL 903	500	-	20436	1.760
Cadena 0,5 m.	NLL 904	500	-	46092	1.070



LUMINARIAS INDUSTRIALES

SISTEMA-100



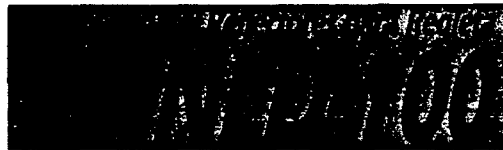
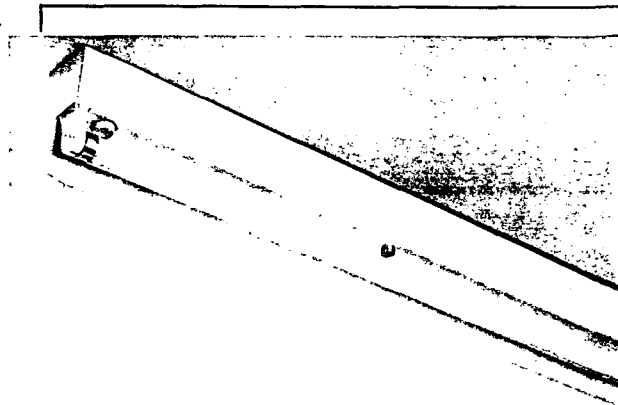
IP 20 Clase I

- Regleta en chapa de acero esmaltada en color blanco, resistente a la torsión.

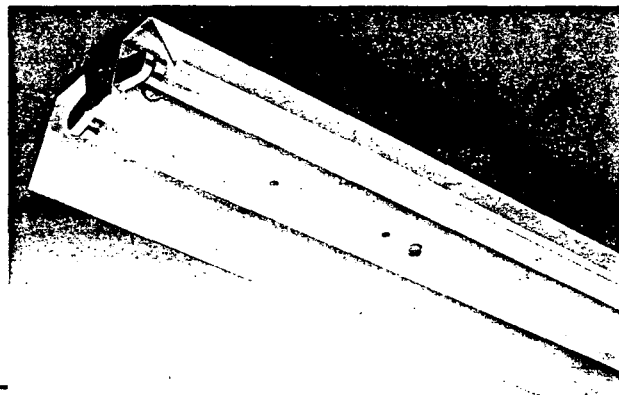
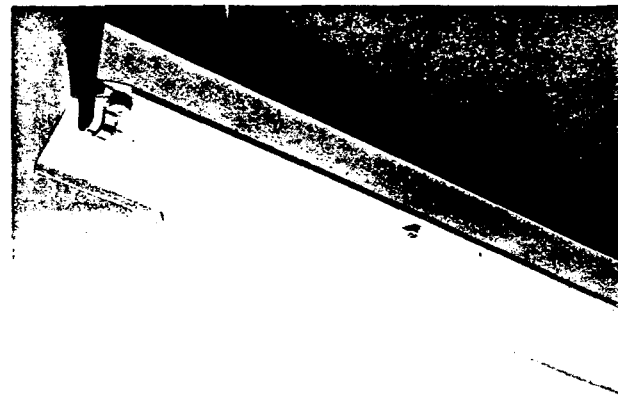
- Pieza de anclaje en chapa galvanizada con tornillos solidarios, para fijación del cuerpo mediante 2 tuercas metálicas moleteadas.
- Montaje en techos o paredes, individualmente o formando líneas continuas.
- Sistema pendular de suspensión individual o en railes.
- Montaje por una sola persona.

LUMINARIAS INDUSTRIALES

SISTEMA-100

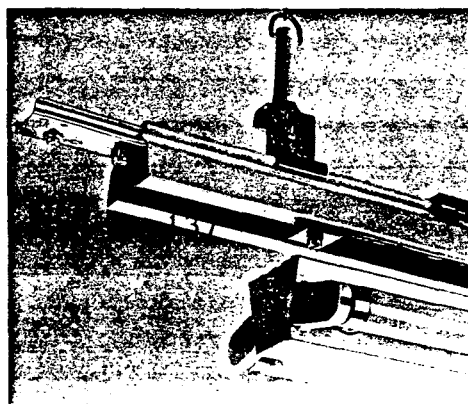
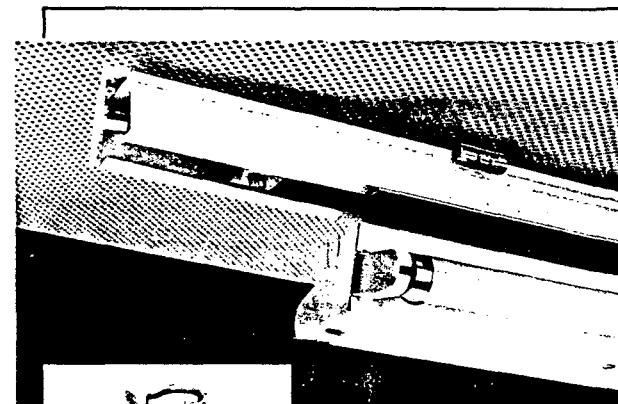


- En chapa de acero esmaltada en color blanco.
- Versiones para 1 "TL" D ó 2 "TL" D de 18 w., 36 w. ó 58 w.
- Versión asimétrica para 1 "TL" D 18 w., 36 w. ó 58 w.
- Para uso con regleta en montaje independiente o en líneas continuas, mediante carril.



LUMINARIAS INDUSTRIALES

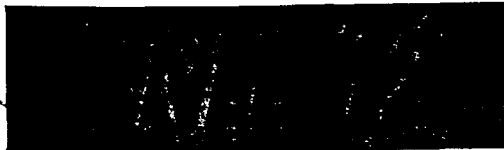
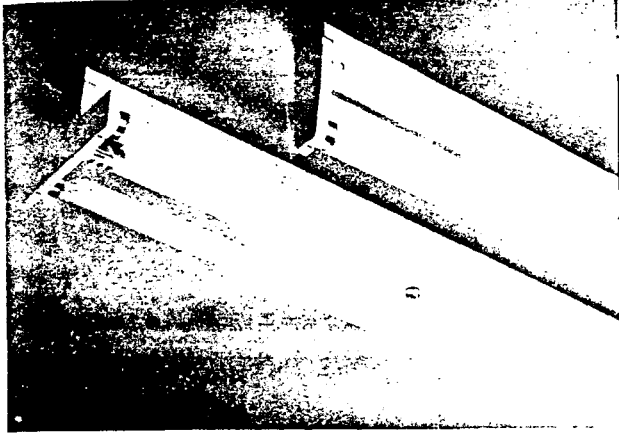
SISTEMA-100



- Rail soporte para regletas NLD100 en chapa de acero cincada.
- Esmaltado electrostáticamente en color blanco.
- Para montaje en línea continua de regletas NLD100.
- Posibilidad de fijación directa al techo o en suspensión pendular.
- Las regletas se acoplan al raíl por medio de su propio soporte, previo montaje del mismo en las piezas previstas e incorporadas al raíl.



LUMINARIAS INDUSTRIALES



IP 20, clase I

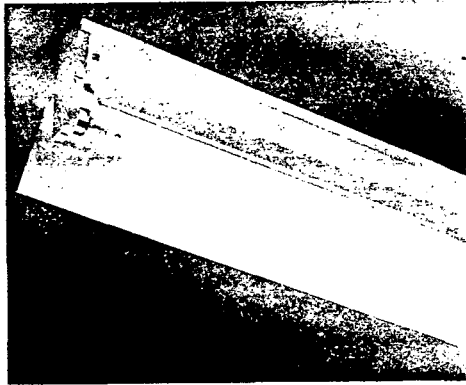
Regleta decorativa con tapa superior, cumple la norma ∇ de protección de materiales inflamables.

- En chapa de acero, resistente a la torsión, esmaltada electrostáticamente en color blanco.
- Portalámparas testeros en policarbonato.

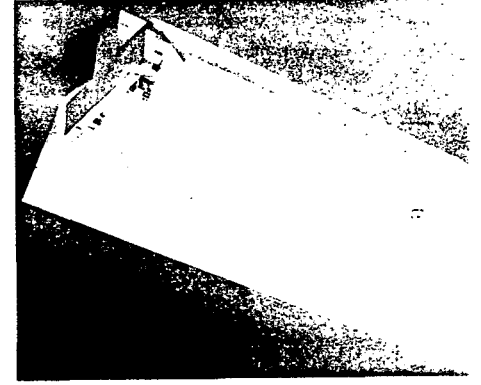
REFLECTORES PARA REGLETA NLD-12



NLL-15

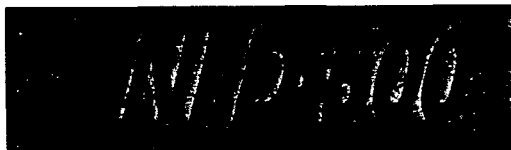
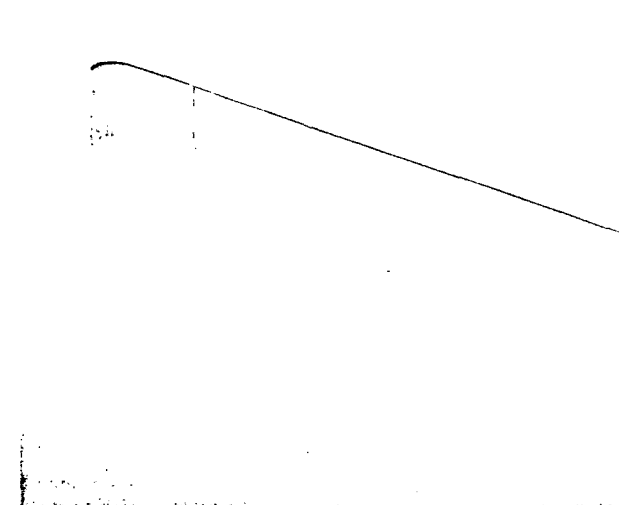


NLL-16



NLL-17

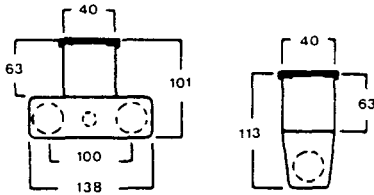
REGLETA DECORATIVA



IP 20, Clase I

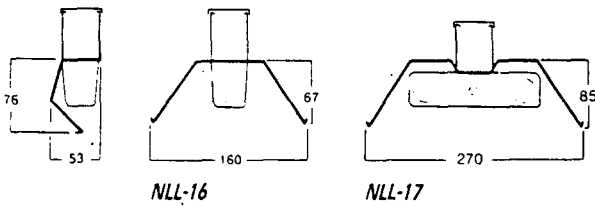
- Cuerpo en chapa de acero perfilada, resistente a la torsión y esmaltada en color blanco.
- Equipo eléctrico a 220 V. 50 Hz., en el interior del Cuerpo.
- Fácil acceso al π "D" y cebador para mantenimiento.
- Posibilidad de montaje formando líneas continuas.
- Se suministra sin tubo fluorescente.

Modelo	Potencia (w)	Dimensiones (mm.) Longitud	U. E.	Código	Ptas.
NLD 12/118/OAF	1 x 18	612	1	28920	3.110
NLD12/136/OAF	1 x 36	1.222	1	28898	3.650
NLD12/158/OAF	1 x 58	1.522	1	28899	4.440
NLD12/218/OAF	2 x 18	612	1	28902	3.850
NLD12/236/OAF	2 x 36	1.222	1	28905	5.300
NLD12/258/OAF	2 x 58	1.522	1	28907	6.530



Modelo	Potencia Regleta a usar	Código	Ptas.
NLL15/36	1 x 36	22115	1.280
NLL15/58	1 x 58	22133	1.430
NLL16/36	1 x 36	22117	1.660
NLL16/58	1 x 58	22118	1.850
NLL17/36	2 x 36	22120	2.280
NLL17/58	2 x 58	22121	2.480

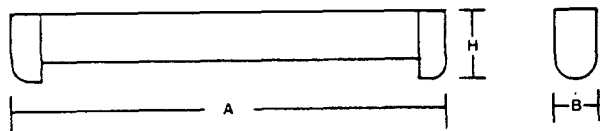
Accesorio	Modelo	Código	Ptas.
Pieza de empalme en línea	NLL 120	22220	170



NOVEDAD

Modelo (1)	Pot. (W)	Dimensiones (mm)			U. E.	Código	Ptas. sin TL
		A	B	H			
NLD-500/118	1 x 18	685	33	60	8	61039	4.010
NLD-500/136	1 x 36	1.295	33	60	8	61040	4.590

Modelo disponible a partir de Junio-89.



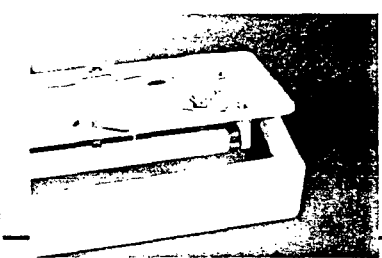
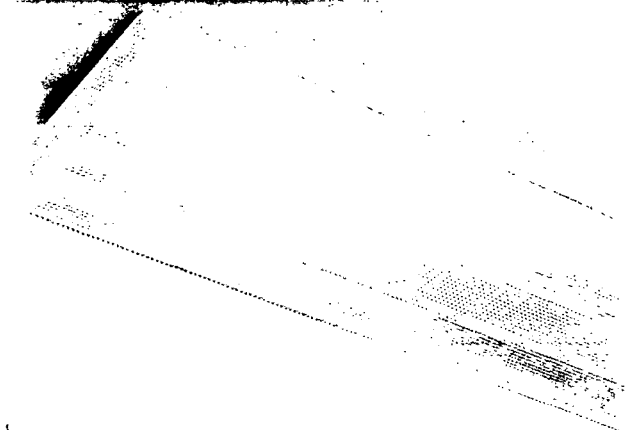
LUMINARIAS ADOSABLES



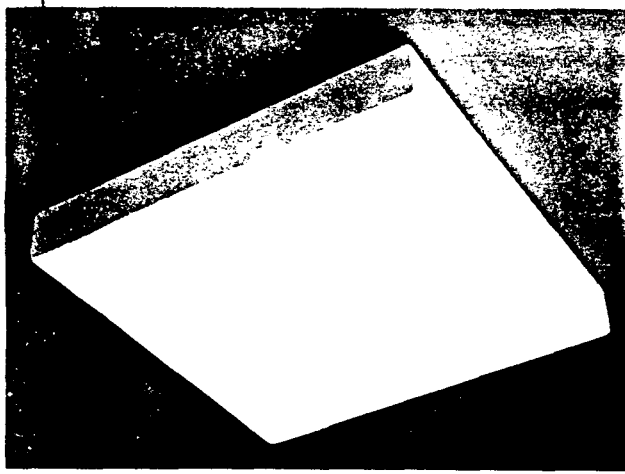
IP 40, Clase 1

- Chasis en chapa de acero, embutida, resistente a la torsión.
- Cierres de palanca giratoria, en material sintético, transparentes, con dispositivo para abatir el difusor lateralmente.

- Ajuste del chasis al difusor por junta de moltopreno, que evita la entrada de polvo.
- Posibilidad de elegir entre difusor opal NLG-3 o primático inyectado NLG-200 de gran transparencia y elevado rendimiento.
- Embalaje unitario para chasis y difusores, que deben solicitarse por separado.



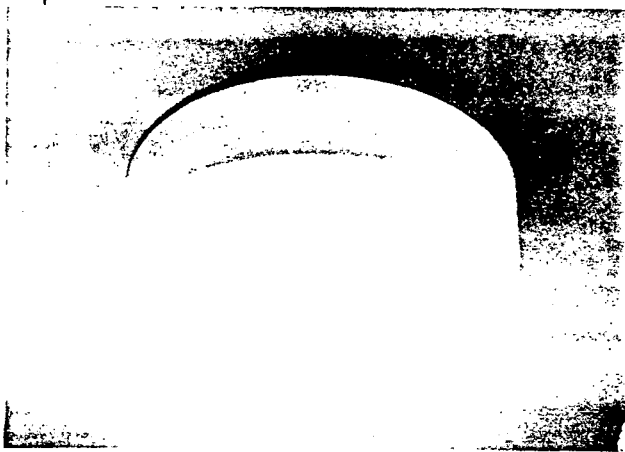
LUMINARIAS ADOSABLES



IP 40, Clase 1

- Chasis en chapa de acero, resistente a la torsión. Esmaltado en color blanco.
- Cierres de palanca giratoria, en material sintético transparente.
- Junta de moltopreno, para garantizar el ajuste entre el chasis y el difusor.
- Difusor opal en metacrilato de metilo, a solicitar por separado.

LUMINARIAS ADOSABLES



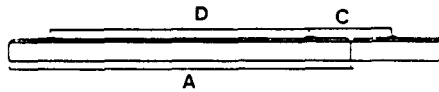
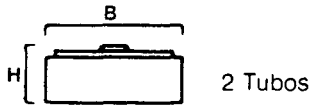
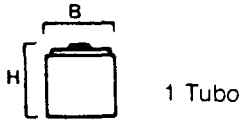
IP 40, Clase 1

- Luminaria para tubos circulares, para adosar sobre techo o pared.
- Chasis en chapa esmaltada en color blanco.
- Difusor opal en metacrilato de metilo a solicitar por separado.

NOTA: Para formar una luminaria adosable se debe pedir:

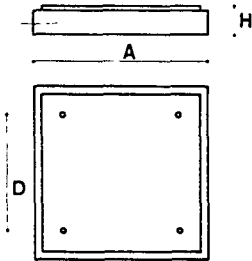
NLK 3 = chasis NLK 1 + difusor opal NLG 3

NLK 200 = chasis NLK 1 + difusor prismático NLG 200



Modelo chasis (1)	Potencia (w)	Dimensiones (mm) con difusor					Código chasis	Ptas. chasis
		A	B	C	D	H		
NLK-1/118/0	1 x 18	658	102	206	452	112	20133	3.390
NLK-1/118/0 AF	1 x 18	658	102	206	452	112	19930	3.860
NLK-1/136/0	1 x 36	1.268	102	206	1.068	112	19932	4.000
NLK-1/136/0 AF	1 x 36	1.268	102	206	1.068	112	19933	4.440
NLK-1/158/0	1 x 58	1.568	102	206	1.362	112	19934	4.720
NLK-1/158/0 AF	1 x 58	1.568	102	206	1.362	112	19935	5.210
NLK-1/218-N/0	2 x 18	702	207	262	440	91	61124	4.990
NLK-1/218-N/0 AF	2 x 18	702	207	262	440	91	61125	5.680
NLK-1/236/0	2 x 36	1.313	207	262	1.051	91	19940	6.110
NLK-1/236/0 AF	2 x 36	1.313	207	262	1.051	91	19941	6.700
NLK-1/258/0	2 x 58	1.615	207	262	1.353	91	19942	7.210
NLK-1/258/0 AF	2 x 58	1.615	207	262	1.353	91	19943	7.930

Accesorios (1)	Potencia (w)	Modelo	Código Difusor	Ptas. Difusor
Difusor Opal	1 x 18	NLG-3/118	20288	1.800
Difusor Opal	1 x 36	NLG-3/136	20289	2.750
Difusor Opal	1 x 58	NLG-3/158	20290	3.400
Difusor Opal	2 x 18	NLG-3/218	20291	2.040
Difusor Opal	2 x 36	NLG-3/236	20292	2.540
Difusor Opal	2 x 58	NLG-3/258	20293	3.110
Difusor Prismático	1 x 18	NLG-200/118	19988	3.460
Difusor Prismático	1 x 36	NLG-200/136	19989	5.200
Difusor Prismático	1 x 58	NLG-200/158	19990	6.240

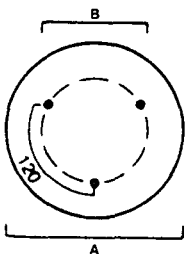


Modelo (1)	Potencia (w)	Dimensiones (mm)			U. E.	Código	Ptas.
		A	D	H			
Chasis NLK-530/418/0	4 x 18	675	450	108	1	20141	8.520
Difusor NLG-530/618	4 x 18	-	-	-	1	20311	5.730

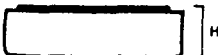
NOTA: Para formar una luminaria adosable

NLK 531 se debe pedir:

Chasis NLK 530 + difusor NLG 530



NLC 261



Modelo chasis (1)	Potencia (w)	Dimensiones con difusor			U. E.	Código	Ptas.
		A	B	H			
NLC-260/122/0	1 x 22	280	158	110	1	20130	3.660
NLC-260/132/0	1 x 32	430	260	110	1	19923	4.320
NLC-260/140/0	1 x 40	510	260	110	1	19927	4.680
NLC-260/272/0	1x32+1x40	510	260	110	1	19928	6.530
Accesorio (1)							
NLG-261/122	-	-	-	-	1	20297	1.850
NLG-261/132	-	-	-	-	1	20298	2.910
NLG-261/140	-	-	-	-	1	20299	3.530
NLG-261/272	-	-	-	-	1	20299	3.530

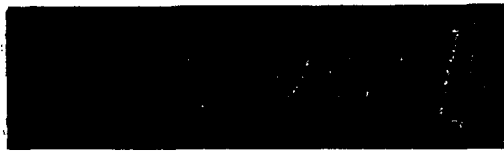
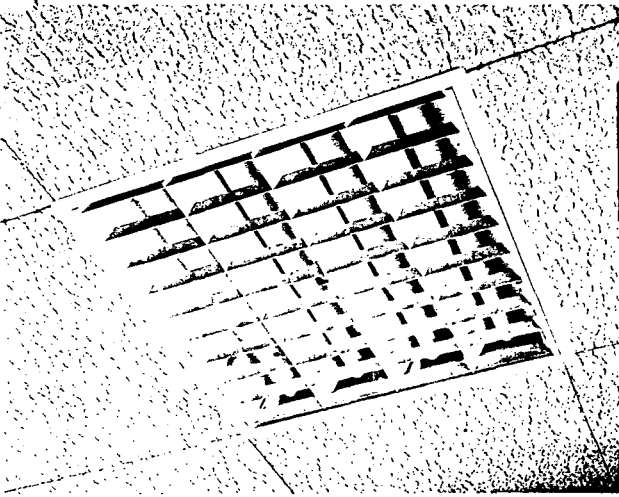
NOTA: Para formar una luminaria adosable

NLG 261 se debe pedir:

Chasis NLC 260 + difusor NLG 261

1 4 1

LUMINARIAS EMPOTRABLES

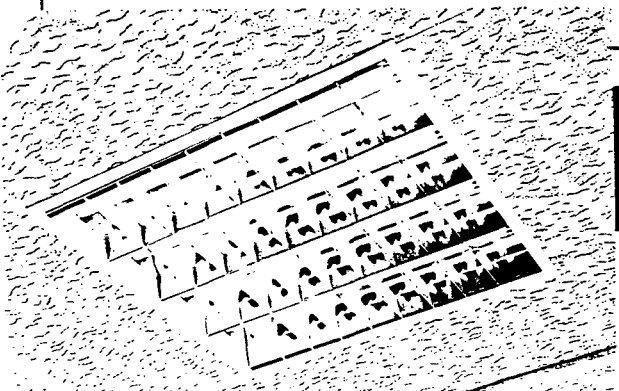


Luminarias para techos modulares con perfil oculto y para escayola lisa

IP 20 Clase I

- Luminaria con difusor de lamas y V central esmaltadas en color blanco.
- Equipo eléctrico accesible, oculto por la V central de la lama.
- Apoya sobre la escayola lisa o sobre los perfiles ocultos del falso techo por medio de anclajes regulables en altura.
- Para las labores de mantenimiento, la lama puede abatirse sobre uno de los laterales de la luminaria, quedando suspendida del chasis por medio de dos muelles de sujeción.

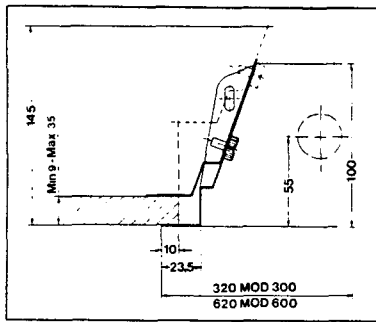
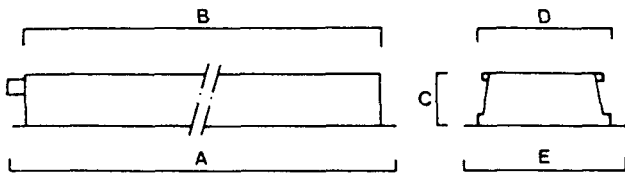
LUMINARIAS EMPOTRABLES



Luminarias para techos modulares con perfil oculto y para escayola lisa

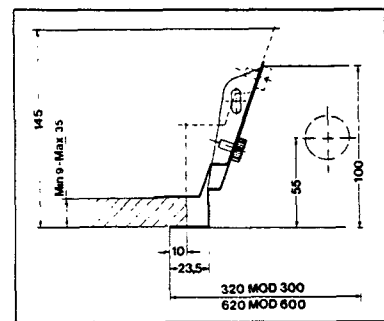
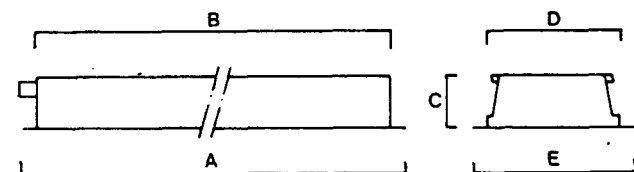
IP 20 Clase I

- Luminaria con difusor de lamas transversales planas, esmaltadas en color blanco y con V central y flancos longitudinales en aluminio anodizado mate de alto rendimiento.
- Equipo eléctrico accesible, cubierto por la V central de la lama.
- Apoya sobre la escayola lisa o sobre los perfiles ocultos del falso techo por medio de anclajes regulables en altura.
- Para las labores de mantenimiento, la lama puede abatirse sobre uno de los laterales de la luminaria, quedando suspendida del chasis por medio de dos muelles de sujeción.



Tipo	Potencia (w)	Dimensiones (mm.)				
		A	B	E	D	C
TBS-930 L/218 PL/0 AF	2 x PL 18	320	275	320	275	100
TBS-930 L/236/0 AF	2 x 36	1.220	1.175	320	275	100
TBS-930 L/258/0 AF	2 x 58	1.520	1.475	320	275	100
TBS-930 L/318/0 AF	3 x 18	620	575	620	575	100
TBS-930 L/336/0 AF	3 x 36	1.220	1.175	620	575	100
TBS-930 L/418/0 AF	4 x 18	620	575	620	575	100
TBS-930 L/436/0 AF	4 x 36	1.220	1.175	620	575	100

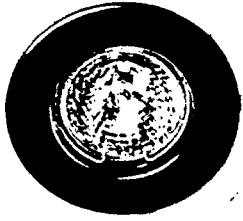
Modelo (1)	Ptas.	Componentes	Código	Tipo	Ptas.
TBS-930 L/218 PL/0 AF	7.900	CHASIS	48509	TBS-930/218 PL/0 AF	5.940
		DIFUSOR	51909	GBS-930/940-218 L	1.960
TBS-930 L/236/0 AF	11.650	CHASIS	48518	TBS-930/236/0 AF	8.300
		DIFUSOR	51877	GBS-930/940-236 L	3.350
TBS-930 L/258/0 AF	13.880	CHASIS	48519	TBS-930/258/0 AF	9.780
		DIFUSOR	51906	GBS-930/940-258 L	4.100
TBS-930 L/318/0 AF	12.120	CHASIS	48507	TBS-930/318/0 AF	8.800
		DIFUSOR	51878	GBS-930/940-318 L	3.320
TBS-930 L/336/0 AF	17.470	CHASIS	48508	TBS-930/336/0 AF	11.970
		DIFUSOR	51910	GBS-930/940-336 L	5.500
TBS-930 L/418/0 AF	13.230	CHASIS	48515	TBS-930/418/0 AF	9.330
		DIFUSOR	51879	GBS-930/940-418 L	3.900
TBS-930 L/436/0 AF	20.850	CHASIS	48516	TBS-930/436/0 AF	14.000
		DIFUSOR	51907	GBS-930/940-436 L	6.850



Tipo	Potencia (w)	Dimensiones (mm.)				
		A	B	E	D	C
TBS-930 M1/218 PL/0 AF	2 x PL-18	320	275	320	275	100
TBS-136 M1/136/0 AF	1 x 36	1.220	1.175	320	275	100
TBS-158 M1/158/0 AF	1 x 58	1.520	1.475	320	275	100
TBS-236 M1/236/0 AF	2 x 36	1.220	1.175	320	275	100
TBS-258 M1/258/0 AF	2 x 58	1.520	1.475	320	275	100
TBS-318 M1/318/0 AF	3 x 18	620	575	620	575	100
TBS-336 M1/336/0 AF	3 x 36	1.220	1.175	620	575	100
TBS-418 M1/418/0 AF	4 x 18	620	575	620	575	100
TBS-436 M1/436/0 AF	4 x 36	1.220	1.175	620	575	100

Modelo (1)	Ptas.	Componentes	Código	Tipo	Ptas.
TBS-930 M1/218 PL/0 AF	9.400	CHASIS	48509	TBS-930/218 PL/0 AF	5.940
		DIFUSOR	48535	GBS-930/940-218 M1	3.460
TBS-930 M1/136/0 AF	11.680	CHASIS	48505	TBS-930/136/0 AF	6.820
		DIFUSOR	48527	GBS-930/940-136 M1	4.860
TBS-930 M1/158/0 AF	12.860	CHASIS	48506	TBS-930/158/0 AF	7.680
		DIFUSOR	48528	GBS-930/940-158 M1	5.180
TBS-930 M1/236/0 AF	14.310	CHASIS	48518	TBS-930/236/0 AF	8.300
		DIFUSOR	48529	GBS-930/940-236 M1	6.010
TBS-930 M1/258/0 AF	17.160	CHASIS	48519	TBS-930/258/0 AF	9.780
		DIFUSOR	48530	GBS-930/940-258 M1	7.380
TBS-930 M1/318/0 AF	14.230	CHASIS	48507	TBS-930/318/0 AF	8.800
		DIFUSOR	48531	GBS-930/940-318 M1	5.430
TBS-930 M1/336/0 AF	21.300	CHASIS	48508	TBS-930/336/0 AF	11.970
		DIFUSOR	48532	GBS-930/940-336 M1	9.330
TBS-930 M1/418/0 AF	15.470	CHASIS	48515	TBS-930/418/0 AF	9.330
		DIFUSOR	48533	GBS-930/940-418 M1	6.140
TBS-930 M1/436/0 AF	24.700	CHASIS	48516	TBS-930/436/0 AF	14.000
		DIFUSOR	48534	GBS-930/940-436 M1	10.700

LUMINARIAS DECORATIVAS Aros serie Dicro-Philips baja tensión



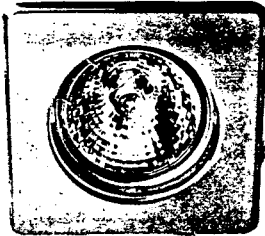
GAMA ECONOMICA

Material: Chapa de acero.
Colores: Dorado, blanco y negro.
Lámpara: Dicroica de 50 W., 12 V.
Casquillo G x 5,3

Con anillo desmontable para el recambio de la lámpara.

NOTA:

El transformador y la lámpara deben solicitarse por separado.

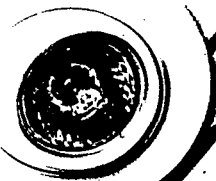


Material: Chapa de acero.
Colores: Dorado, blanco y negro.
Lámpara: Dicroica de 50 W., 12 V.
Casquillo G x 5,3

Con anillo desmontable para el recambio de la lámpara.

NOTA:

El transformador y la lámpara deben solicitarse por separado.



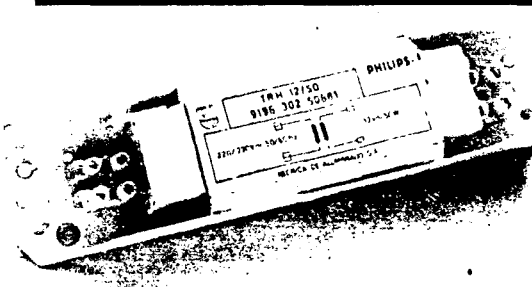
Material: Chapa de acero.
Colores: Dorado, blanco y negro.
Lámpara: Dicroica de 50 W., 12 V.
Casquillo G x 5,3

Con anillo desmontable para el recambio de la lámpara.

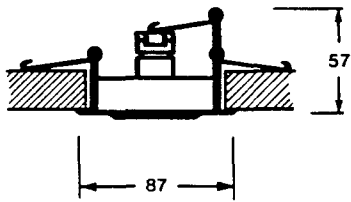
NOTA:

El transformador y la lámpara deben solicitarse por separado.

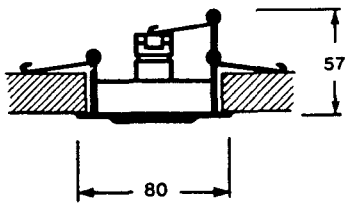
TRANSFORMADOR



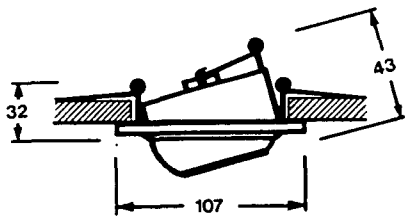
- Con tapas metálicas.
- Potencia 50 V/A.
- Tensión Primario: 220/230 V.
- Tensión Secundario: 12 V.
- 50/60 Hz.
- IP 21.
- Conexión: Regleta.



Modelo (1)	Lámpara utilizada	Dimensiones (mm)		Código	Ptas.
		Altura	Hueco empotrar		
605 BT-BL 605 BT-NG 605 BT-DO	50 W. 12 V.Gx5,3	57	70	51384	1.400
				51385	1.350
				51386	1.350

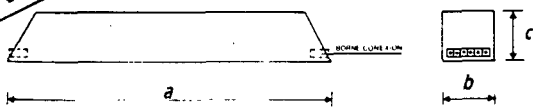


Modelo (1)	Lámpara utilizada	Dimensiones (mm)		Código	Ptas.
		Altura	Hueco empotrar		
635 BT-BL 635 BT-NG 635 BT-DO	50 W. 12 V.Gx5,3	57	70	51387	1.420
				51388	1.370
				51389	1.370

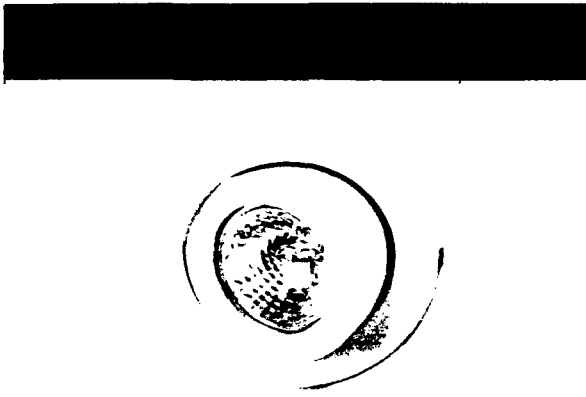


Modelo (1)	Lámpara utilizada	Dimensiones (mm)		Código	Ptas.
		Altura	Hueco empotrar		
655 BT-BL 655 BT-NG 655 BT-DO	50 W. 12 V.Gx5,3	43	85	51390	1.750
				51391	1.700
				51392	1.700

NOVEDAD



Modelo (1)	Dimensiones (mm)			Código	Ptas.
	a	b	c		
TRF-HAL	195	45	35	60859	1.600



666 BT

GAMA TECNICA

Material: Zamak

Colores: Dorado, blanco y negro

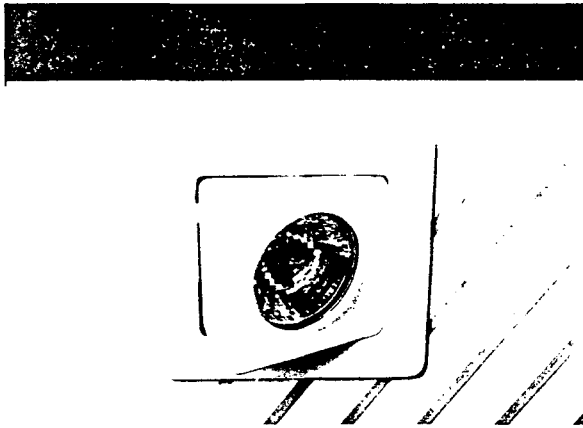
Lámpara: Dicroica de 50 W.,

12 V. con casquillo G x 5,3

- Anillo desmontable para el recambio de la lámpara.
- Diámetro de empotramiento 80-85 mm.

NOTA:

El transformador y la lámpara deben solicitarse por separado



667 BT

Material: Zamak

Colores: Dorado, blanco y negro

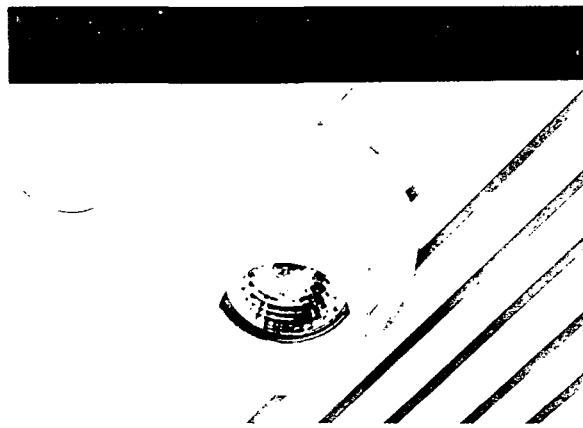
Lámpara: Dicroica de 50 W.,

12 V. con casquillo G x 5,3

- Anillo desmontable para el recambio de la lámpara.
- Diámetro de empotramiento 80-85 mm.

NOTA:

El transformador y la lámpara deben solicitarse por separado



668 BT

Material: Zamak

Colores: Dorado, blanco y negro

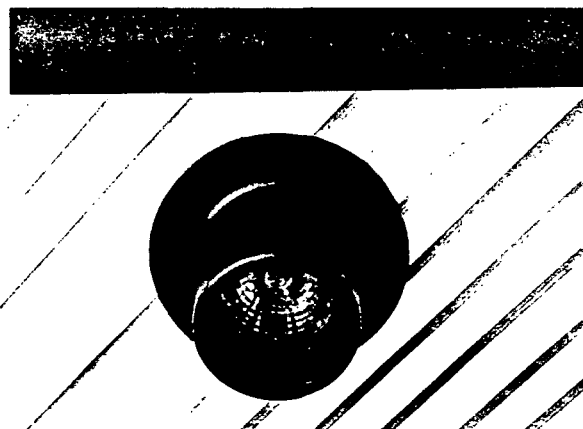
Lámpara: Dicroica de 50 W.,

12 V. con casquillo G x 5,3

- Anillo desmontable para el recambio de la lámpara.
- Diámetro de empotramiento 75-80 mm.

NOTA:

El transformador y la lámpara deben solicitarse por separado



669 BT

Material: Zamak

Colores: Dorado, blanco y negro

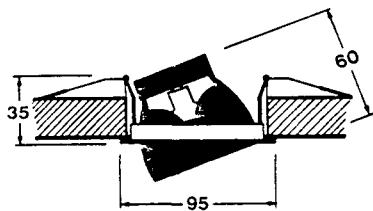
Lámpara: Dicroica de 50 W.,

12 V. con casquillo G x 5,3

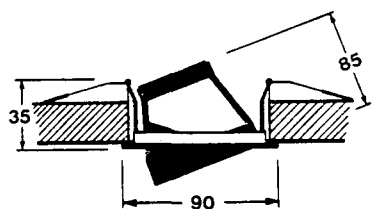
- Anillo desmontable para el recambio de la lámpara.
- Diámetro de empotramiento 75-80 mm.

NOTA:

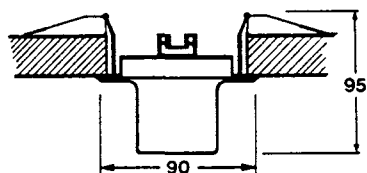
El transformador y la lámpara deben solicitarse por separado



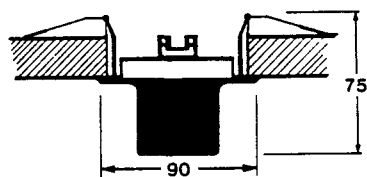
Modelo (1)	Lámpara utilizada	Código	Ptas
666 BT-BL	50 W. 12 V. Gx5,3	51393	2.820
666 BT-NG		51394	2.820
666 BT-DO		51395	2.910



Modelo (1)	Lámpara utilizada	Código	Ptas
667 BT-BL	50 W. 12 V. Gx5,3	51396	2.860
667 BT-NG		51397	2.860
667 BT-DO		51398	2.960



Modelo (1)	Lámpara utilizada	Código	Ptas
668 BT-BL	50 W. 12 V. Gx5,3	51399	2.590
668 BT-NG		51400	2.590
668 BT-DO		51401	2.640



Modelo (1)	Lámpara utilizada	Código	Ptas
669 BT-BL	50 W. 12 V. Gx5,3	51402	2.500
669 BT-NG		51403	2.500
669 BT-DO		51404	2.560

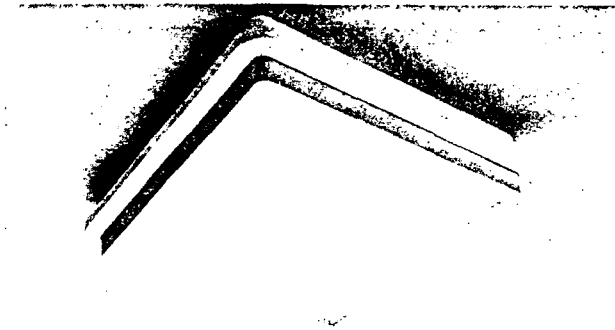
LUMINARIAS COMBI PARA LAMPARAS PL



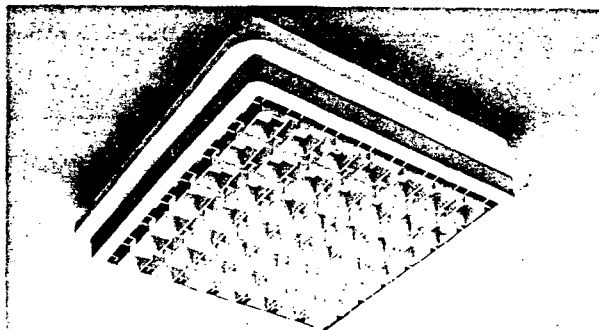
FCS-310



- Cuerpo en policarbonato de color gris.
- Difusor tipo opal, prismático o rejilla.
- Posibilidad de uso adosado o semiempotrado.
- Versiones para 2 lámparas PL-9 w ó PL-11 w, incluidas en el mismo embalaje.

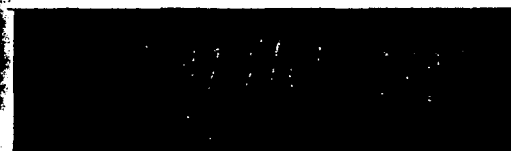
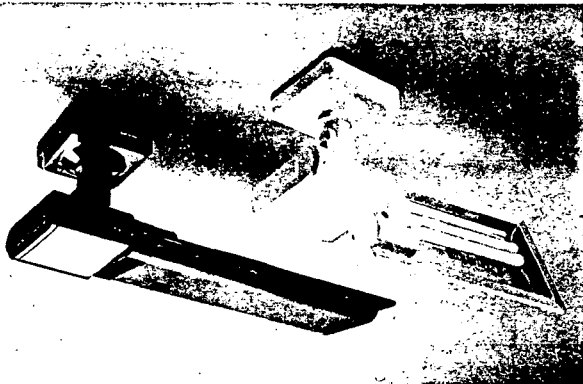


FCS-311



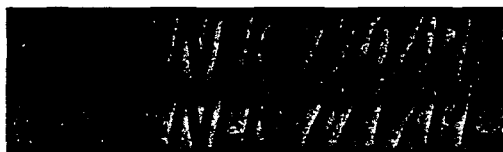
FCS-312

LUMINARIAS COMBI PARA LAMPARAS PL



- Luminarias para 1 lámpara PL-9 w ó PL-11 w.
- Suministradas con base para montaje en pared o techo.
- Se suministran con lámpara.
- Colores disponibles: blanco y negro.
- Con interruptor

LUMINARIAS COMBI PARA LAMPARAS PL



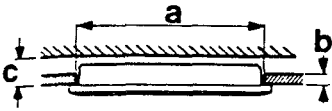
IP 43, clase I

- Aplique circular estanco, anticorrosivo y resistente a los golpes.
- Chasis en material sintético, resistente al calor, en color gris o negro.
- Reflector en aluminio espejado, que mejora su rendimiento.
- Difusor en policarbonato de gran resistencia al impacto.
- Se suministra con lámparas PL-7 ó PL-9 incorporadas.



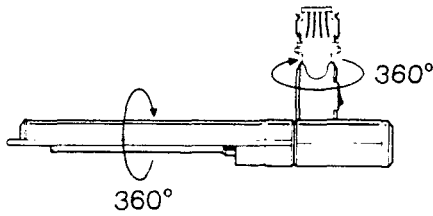
8

Modelo	Difusor	Potencia (w)	Dimensiones (mm)			Código	Ptas.
			Largo □	Alto montaje adosado	Alto montaje empotrado		
FCS-310/209	Opal	2 x 9	240	70	44	35200	11.900
FCS-311/209	Prismático	2 x 9	240	65	39	35201	11.900
FCS-312/209	Rejilla	2 x 9	240	65	39	35203	12.350
FCS-320/211	Opal	2 x 11	300	75	49	35248	14.800
FCS-321/211	Prismático	2 x 11	300	65	39	35202	14.800
FCS-322/211	Rejilla	2 x 11	300	65	39	35204	15.300



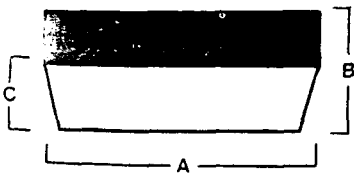
- a □ 214 ± 2 mm. PL 9
- a □ 274 ± 2 mm. PL 11
- b 10-30 mm.
- c 34 mm. mínimo

Modelo	Color	Potencia (w)	U. E.	Código	Ptas.
FWN-305/109 COMBI	Blanco	1 x 9	1	35205	8.900
FWN-305/109 COMBI	Negro	1 x 9	1	35959	8.900
FWN-305/111 COMBI	Blanco	1 x 11	1	35206	9.100
FWN-305/111 COMBI	Negro	1 x 11	1	019	9.100



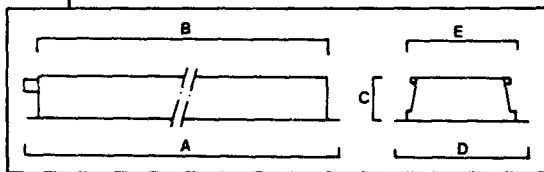
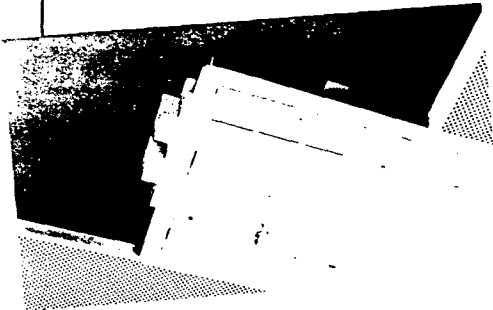
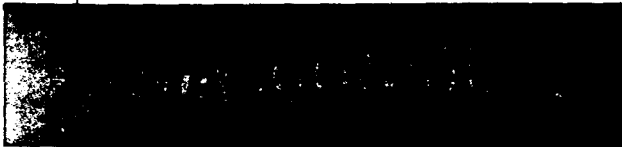
Modelo	Color	Potencia (W)	Dimensiones (mm.)			U. E.	Código	Ptas.
			A	B	C			
NLK-770/107 COMBI	Gris	1 x PL 7	185	116	57	1	23475	4.080
NLK-770/109 COMBI	Gris	1 x PL 9	240	126	67	1	23476	4.510
NLK-770/207 COMBI	Gris	2 x PL 7	185	116	57	1	23477	5.840
NLK-770/209 COMBI	Gris	2 x PL 9	240	126	67	1	23478	6.340
NLK-771/107 COMBI	Negro	1 x PL 7	185	116	57	1	26692	4.080
NLK-771/109 COMBI	Negro	1 x PL 9	240	126	67	1	27028	4.510
NLK-771/207 COMBI	Negro	2 x PL 7	185	116	57	1	27512	5.840
NLK-771/209 COMBI	Negro	2 x PL 9	240	126	67	1	27026	6.340

NOTA: Los difusores para reposición son los mismos que se utilizan para las luminarias NLK 770/771.



LUMINARIAS DE EMPOTRAR

LUMINARIAS PARA PERFILERIA OCULTA Y ESCAYOLA LISA



IP20 CLASE 1

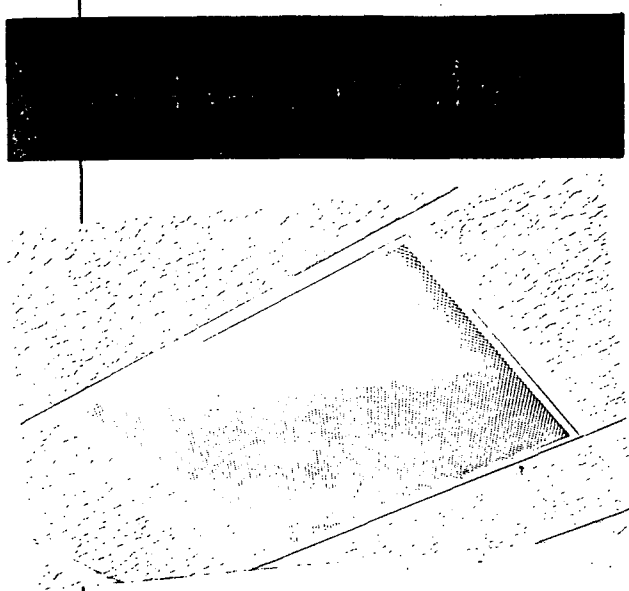
- Luminaria con difusor de lamas transversales planas y piezas longitudinales en forma de V, esmaltadas en color blanco.
- Equipo eléctrico; accesible, oculto por la V central de la lama.
- Apoya sobre la escayola lisa o sobre los perfiles secundarios del falso techo, por medio de anclajes laterales regulables en altura.
- Preparado para suspensión del forjado por medio de ganchos o varillas roscadas.
- Utilizable en falsos techos modulares, de 300 mm o 305 mm, de perfil oculto.
- Para las labores de mantenimiento, la rejilla puede abatirse sobre uno de los laterales, quedando suspendida del chasis.

HALCON-218	2 X 18	620	574	100	320	274	1
HALCON-236	2 X 36	1.220	1.174	100	320	274	1
HALCON-258	2 X 58	1.520	1.474	100	320	274	1
HALCON-418	4 X 18	620	574	100	620	574	1
HALCON-436	4 X 36	1.120	1.174	100	620	574	1

HALCON-218/DL BF	7.875	CUERPO DIFUSOR	5.800 51.856	HALCON-218 BF LAMAS HALCON-218	5.700 2.175
HALCON-218/DL AF	8.375	CUERPO DIFUSOR	5.801 51.856	HALCON-218 AF LAMAS HALCON-218	6.200 2.175
HALCON-236/DL BF	11.145	CUERPO DIFUSOR	5.802 51.857	HALCON-236 BF LAMAS HALCON-236	7.780 3.365
HALCON-236/DL AF	11.795	CUERPO DIFUSOR	5.803 51.857	HALCON-236 AF LAMAS HALCON-236	8.430 3.365
HALCON-258/DL BF	13.360	CUERPO DIFUSOR	5.804 51.858	HALCON-258 BF LAMAS HALCON-258	9.270 4.090
HALCON-258/DL AF	14.150	CUERPO DIFUSOR	6.941 51.858	HALCON-258 AF LAMAS HALCON-258	10.060 4.090
HALCON-418/DL BF	13.130	CUERPO DIFUSOR	5.805 51.861	HALCON-418 BF LAMAS HALCON-418	9.250 3.880
HALCON-418/DL AF	13.780	CUERPO DIFUSOR	5.806 51.861	HALCON-418 AF LAMAS HALCON-418	9.900 3.880
HALCON-436/DL BF	20.430	CUERPO DIFUSOR	5.807 51.862	HALCON-436 BF LAMAS HALCON-436	13.600 6.830
HALCON-436/DL AF	21.150	CUERPO DIFUSOR	5.808 51.862	HALCON-436 AF LAMAS HALCON-436	14.700 6.830

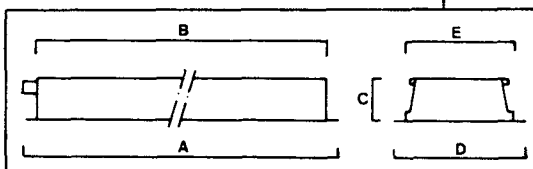
LUMINARIAS DE EMPOTRAR

LUMINARIAS PARA TECHOS DE PERFIL VISTO



IP 40 CLASE 1

- Luminaria condifusor piramidal plano y marco esmaltado en blanco para apoyo del difusor que deben solicitarse por separado.
- Equipo eléctrico, accesible, en la parte interior del chasis, oculto por el difusor piramidal.
- Apoyo directo sobre la perfilera del falso techo.
- Para las labores de mantenimiento los difusores pueden abatirse sobre un lateral, quedando suspendida del chasis a través del marco.

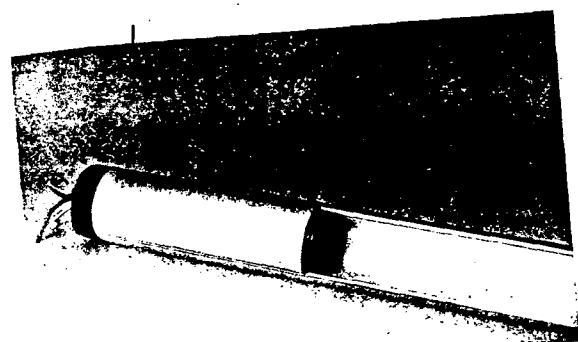
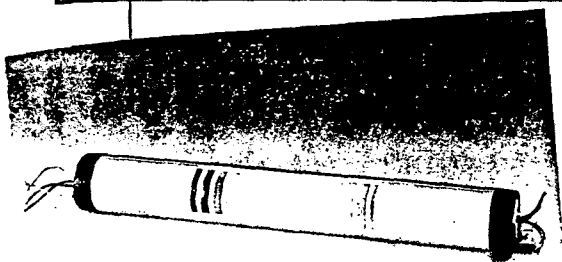


HALCON-PV-236	2 X 36	1.197	1.175	100	297	275	1
HALCON-PV-318	3 X 18	597	575	100	597	575	1
HALCON-PV-336	3 X 36	1.197	1.175	100	597	575	1
HALCON-PV-418	4 X 18	597	575	100	597	575	1
HALCON-PV-436	4 X 36	1.197	1.175	100	597	575	1

HALCON-PV-236/DP BF	10.295	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.700 6.552 6.544	HALCON-PV-236 BF MARCO HALCON-PV-236 DIFUSOR PIRAMIDAL-236	7.300 1.510 1.485
HALCON-PV-236/DP AF	10.885	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.703 6.552 6.544	HALCON-PV-236 AF MARCO HALCON-PV-236 DIFUSOR PIRAMIDAL-236	7.890 1.510 1.485
HALCON-PV-318/DP BF	10.490	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.698 6.551 6.531	HALCON-PV-318 BF MARCO HALCON-PV-318 DIFUSOR PIRAMIDAL-318	7.450 1.520 1.520
HALCON-PV-318/DP AF	11.190	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.709 6.551 6.531	HALCON-PV-318 AF MARCO HALCON-PV-318 DIFUSOR PIRAMIDAL-318	8.150 1.520 1.520
HALCON-PV-336/DP BF	15.365	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.699 6.550 6.529	HALCON-PV-336 BF MARCO HALCON-PV-336 DIFUSOR PIRAMIDAL-336	10.180 2.060 3.125
HALCON-PV-336/DP AF	16.055	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.710 6.550 6.529	HALCON-PV-336 AF MARCO HALCON-PV-336 DIFUSOR PIRAMIDAL-336	10.870 2.060 3.125
HALCON-PV-418/DP BF	11.150	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.704 6.551 6.531	HALCON-PV-418 BF MARCO HALCON-PV-418 DIFUSOR PIRAMIDAL-418	8.110 1.520 1.520
HALCON-PV-418/DP AF	11.740	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.705 6.551 6.531	HALCON-PV-418 AF MARCO HALCON-PV-418 DIFUSOR PIRAMIDAL-418	8.700 1.520 1.520
HALCON-PV-436/DP BF	16.895	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.707 6.550 6.529	HALCON-PV-436 BF MARCO HALCON-PV-436 DIFUSOR PIRAMIDAL-436	11.710 2.060 3.125
HALCON-PV-436/DP AF	18.055	CHASIS MARCO DIFUSOR	48.708 6.550 6.529	HALCON-PV-436 AF MARCO HALCON-PV-436 DIFUSOR PIRAMIDAL-436	12.870 2.060 3.125

LUMINARIAS DECORATIVAS SISTEMA TUBULAR

ESPACIOLITA

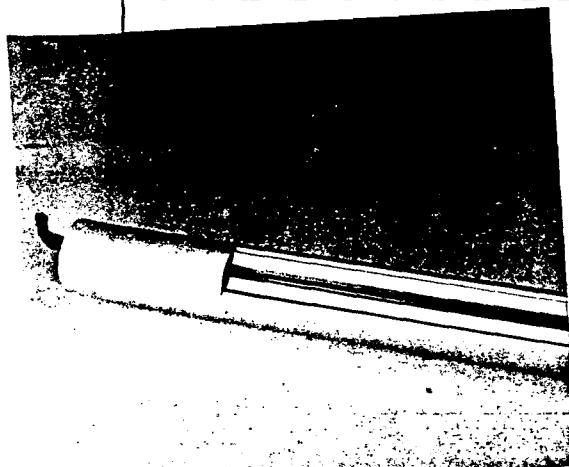


MODULOS FLUORESCENTES

- Fabricados en perfil de aluminio de $\varnothing = 67$ mm.
- Colores: Aluminio anodizado, blanco y negro.
(Otros colores bajo consulta.)
- Posibilidad de rotación en un ángulo de 350°.

48301 Alu.	1 TF 36 w.	1.625	5.109	12.560
48301 Bl.	1 TF 36 w.	1.625	49.359	13.460
48301 Neg.	1 TF 36 w.	1.625	49.360	13.460
48302 Alu.	1 TF 58 w.	2.081	5.110	14.800
48302 Bl.	1 TF 58 w.	2.081	49.361	15.900
48302 Neg.	1 TF 58 w.	2.081	49.362	15.900
48303 Alu.	2 TF 58 w.	3.780	5.111	25.450
48303 Bl.	2 TF 58 w.	3.780	49.363	27.450
48303 Neg.	2 TF 58 w.	3.780	49.364	27.450
48304 Al.	1 TF 18 w.	1.058	4.105	10.200
48304 Bl.	1 TF 18 w.	1.058	49.365	11.020
48304 Neg.	1 TF 18 w.	1.058	49.366	11.020
48305 Alu.	1 Eureka 11 w.	492	4.122	7.200
48305 Bl.	1 Eureka 11 w.	492	50.456	7.850
48305 Neg.	1 Eureka 11 w.	492	51.508	7.850

LUMINARIAS DECORATIVAS SISTEMA TUBULAR



MODULO CARRIL

- Fabricados en perfil de aluminio de $\varnothing = 67$ mm., alojando en su interior un carril bifásico permitiendo la creación de dos circuitos independientes de alumbrado.
- Se suministran con caja de conexión precableada.
- Permite el uso de múltiples spots LITA.
- Colores: aluminio anodizado, blanco y negro.

48101 Alu.	1.625	5.105	16.650
48101 Bl.		—	18.020
48101 Neg.		—	18.020
48102 Alu.	2.081	5.106	19.970
48102 Bl.		—	21.570
48102 Neg.		—	21.570
48103 Alu.	3.780	5.107	31.000
48103 Bl.		—	33.480
48103 Neg.		—	33.480

LUMINARIAS DECORATIVAS SISTEMA TUBULAR

ACCESORIOS DE FIJACION

FIJACION DIRECTA



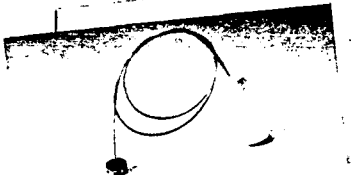
48021	5.096	1.010
-------	-------	-------

FIJACION RIGIDA POR VARILLA



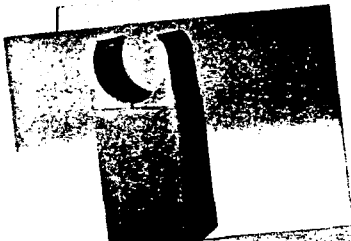
48022	4.262	1.550
-------	-------	-------

FIJACION FLEXIBLE



48023	5.104	795
-------	-------	-----

FIJACION POR PINZA



48024	4.157	1.950
-------	-------	-------

FIJACION AL SUELO



48025	4.251	1.125
-------	-------	-------

FIJACION A LA PARED



48026	4.158	3.760
-------	-------	-------

LAMAS



48034: Para módulos de 36 W.

48035: Para módulos de 58 W.

48037: Para módulos de 18 W.

48034	5.101	830
48035	5.102	950
48037	4.108	540

NOVEDAD

DIFUSOR PRISMATICO

153

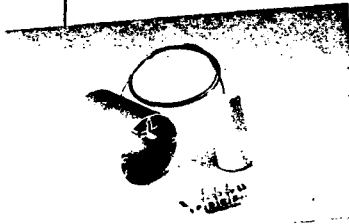
48062	61.058	534
48063	61.059	1.028
48064	61.056	1.288

LUMINARIAS DECORATIVAS
SISTEMA TUBULAR

ESPAÑOLA

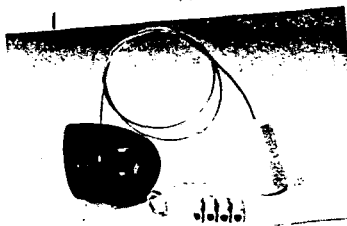
**ACCESORIOS
DE CONEXION**

EMPALME EN LINEA



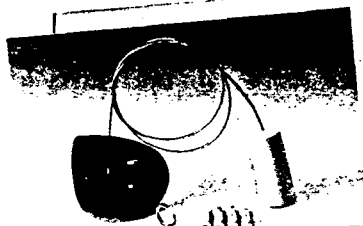
DESCRIPCION	CODIGO	PRECIO
48012 Alu.	5.088	1.750
48012 Bl.	49.356	1.900
48012 Neg.	49.358	1.900

CODO RIGIDO A 90°



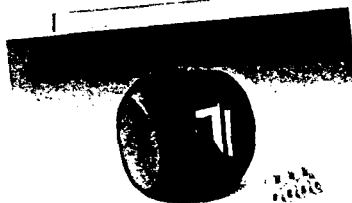
DESCRIPCION	CODIGO	PRECIO
48013	5.089	1.885

CODO RIGIDO A 120°



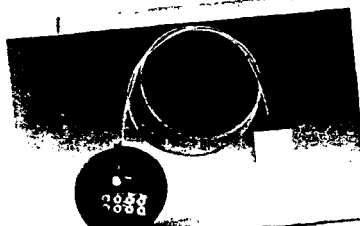
DESCRIPCION	CODIGO	PRECIO
48120	50.932	1.885

NUEZ



DESCRIPCION	CODIGO	PRECIO
48011	5.079	2.600

**ALIMENTACION
EN EXTREMO**



DESCRIPCION	CODIGO	PRECIO
48015	5.092	1.640

**TAPAS CON
CONECTOR**



DESCRIPCION	CODIGO	PRECIO
48032 Alu.	5.099	2.450
48032 Bl.	50.127	2.650
48032 Neg.	50.129	2.650
48033 Alu.	5.100	2.510
48033 Bl.	50.130	2.710
48033 Neg.	50.131	2.710

CODO FLEXIBLE



DESCRIPCION	CODIGO	PRECIO
48014	5.091	5.010

MAZDAPAR E CLARA INTENSIVA

POTENCIA/CASQUILLO	12/24 v	CODIGO	125/130 v	CODIGO	220/230 v	CODIGO	240 v	CODIGO	U. EMB.
	PTAS.		PTAS.		PTAS.		PTAS.		
60 W E-27	—	—	—	—	1.000	08032	—	—	15
80 W E-27	—	—	—	—	1.000	08033	—	—	15
120 W E-27 (24 v)	—	08031	—	—	1.000	08034	—	—	15

MAZDAPAR E CLARA EXTENSIVA

POTENCIA/CASQUILLO	12/24 v	CODIGO	125/130 v	CODIGO	220/230 v	CODIGO	240 v	CODIGO	U. EMB.
	PTAS.		PTAS.		PTAS.		PTAS.		
60 W E-27	—	—	—	—	1.000	08035	—	—	15
80 W E-27	—	—	—	—	1.000	08036	—	—	15
120 W E-27	—	—	—	—	1.000	08037	—	—	15

MAZDAPAR E 80 W E-27 EXTENSIVA/COLORES LACADOS

TIPO	12/24 v	CODIGO	125/130 v	CODIGO	220/230 v	CODIGO	240 v	CODIGO	U. EMB.
	PTAS.		PTAS.		PTAS.		PTAS.		
AMARILLO	—	—	—	—	1.300	09597	—	—	15
VERDE	—	—	—	—	1.300	09678	—	—	15
ROJO	—	—	—	—	1.300	09603	—	—	15
AZUL	—	—	—	—	1.300	09595	—	—	15

MAZDAPAR 56 EXTENSIVA

POTENCIA/CASQUILLO	12/24 v	CODIGO	125/130 v	CODIGO	220/230 v	CODIGO	240 v	CODIGO	U. EMB.
	PTAS.		PTAS.		PTAS.		PTAS.		
300 W/TORNILLO	4.700	12370	—	—	—	—	—	—	—

FLUORESCENCIA



TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

GAMA 80/COLOR 82: LUZ INCANDESCENTE (2.700 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.	
TLD 18 W/82	25	30781	895	(1)
TLD 36 W/82	25	30761	895	(1)
TLD 58 W/82	25	30762	1.220	(1)



TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

GAMA 80/COLOR 83: BLANCO CALIDO (3.000 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.	
TLD 15 W/83	25	12800	1.400	(1)
TLD 18 W/83	25	26499	895	(1)
TLD 30 W/83	25	43035	1.400	(1)
TLD 36 W/83	25	26500	895	(1)
TLD 36 W-1 M/83	25	51893	1.220	(1)
TLD 58 W/83	25	26501	1.220	(1)



TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

GAMA 80/COLOR 84: BLANCO (4.000 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.	
TLD 18 W/84	25	22968	895	(1)
TLD 30 W/84	25	43036	1.400	(1)
TLD 36 W/84	25	22967	895	(1)
TLD 38 W/84	25	29352	1.220	(1)
TLD 58 W/84	25	22966	1.220	(1)



TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

GAMA 80/COLOR 86: LUZ DIA (6.500 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.	
TLD 18 W/86	25	43032	895	(1)
TLD 36 W/86	25	41818	895	(1)
TLD 58 W/86	25	43034	1.220	(1)

FLUORESCENCIA



TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

GAMA 90/COLOR 92: LUZ INCANDESCENTE (2.700 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
TLD 18 W/92	25	43983	985 (2)
TLD 36 W/92	25	43984	985 (2)
TLD 58 W/92	25	43985	1.495 (2)



TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

GAMA 90/COLOR 93: BLANCO CALIDO (3.000 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
TLD 18 W/93	25	10162	985 (2)
TLD 36 W/93	25	21624	985 (2)
TLD 58 W/93	25	21633	1.495 (2)



TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

GAMA 90/COLOR 94: BLANCO (3.800 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
TLD 18 W/94	25	10165	985 (2)
TLD 36 W/94	25	21625	985 (2)
TLD 58 W/94	25	21634	1.495 (2)

GAMA 90/COLOR 95: BLANCO FRIO (5.000 K)

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
TLD 18 W/95	25	43748	985 (2)
TLD 36 W/95	25	43746	985 (2)
TLD 58 W/95	25	43745	1.495 (2)

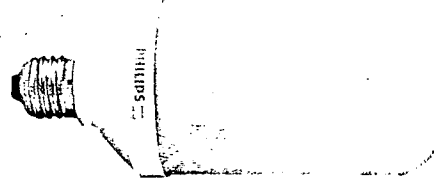
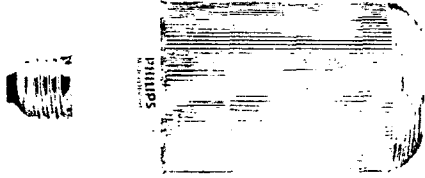


TUBO RECTO CON ARRANQUE POR CEBADOR

COLOR 79 Ø 26 mm: Especial carnicerías y charcuterías

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
TLD 18 W 79	25	61306	1.800
TLD 30 W/79	25	61307	1.800
TLD 36 W/79	25	61309	1.800
TLD 36 W-1/79	25	61308	2.200
TLD 58 W/79	25	61310	2.300

LAMPARAS COMPACTAS INTEGRADAS

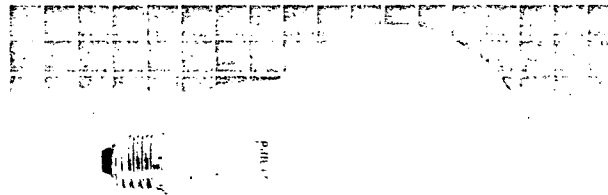
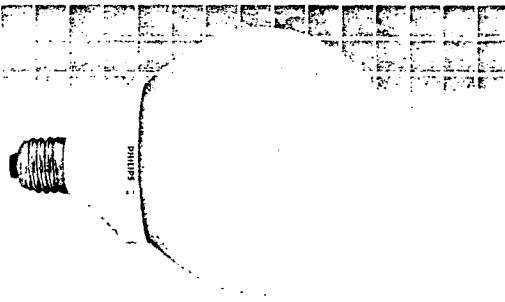


SL* PRISMATICA

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
220 VOLTIOS			
SL 9 W PR	6	45468	2.900 (2)
SL 13 W PR	6	45469	2.950 (2)
SL 18 W PR	6	45473	3.050 (2)
SL 25 W PR	6	45475	3.400 (2)
240 VOLTIOS			
SL 13 W PR	6	10153	3.100 (2)
SL 18 W PR	6	10154	3.200 (2)
SL 25 W PR	6	10155	3.500 (2)

SL* OPAL

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
SL 9 W OP	6	45467	3.200 (2)
SL 13 W OP	6	45471	3.250 (2)
SL 18 W OP	6	45474	3.300 (2)
SL 25 W OP	6	45466	3.600 (2)



SL* DECO

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
SL-D 9 W	4	43975	3.850 (2)
SL-D 13 W	4	43976	4.100 (2)
SL-D 18 W	4	42272	4.200 (2)

SL* DECO ELECTRONICA

TIPO LAMPARA/POTENCIA	U.E.	CODIGO	PTAS.
SL-DE 11 W	4	C.P.	5.200
SL-DE 15 W	4	C.P.	5.250
SL-DE 20 W	4	60449	5.300

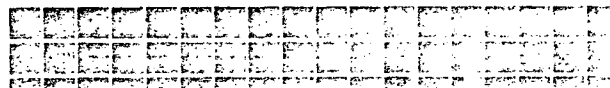
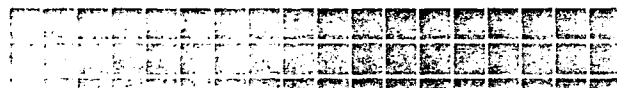
LAMPARAS COMPACTAS NO INTEGRADAS

PL - STANDARD 2 PATILLAS

TIPO LAMP. POT	CASQUILLO	U.E.	CODIGO	PTAS.
COLOR 82: LUZ INCANDESCENTE (2.700 K)				
PL-S	5 W	G 23	60/10	07456 1.300 (2)
PL-S	7 W	G 23	60/10	32713 1.300 (2)
PL-S	9 W	G 23	60/10	32714 1.300 (2)
PL-S	11 W	G 23	60/10	32715 1.350 (2)
BLISTER/COLOR 82 (LAMPARA - PORTALAMPARAS - BALASTO)				
PL-S	9 W BL	G 23	30	14961 1.700 (2)
PL-S	11 W BL	G 23	20	44220 1.750 (2)
COLOR 84: BLANCO (4.000 K)				
PL-S	9 W	G 23	60/10	C.P. 1.300 (2)
PL-S	11 W	G 23	60/10	60753 1.350 (2)

PL - STANDARD 4 PATILLAS/COLOR 82: LUZ INCANDESCENTE (2.700 K)

TIPO LAMP./POT	CASQUILLO	U.E.	CODIGO	PTAS.
PL-S	5 W-4P	2 G 7	60/10	C.P. 1.700 (2)
PL-S	7 W-4P	2 G 7	60/10	C.P. 1.700 (2)
PL-S	9 W-4P	2 G 7	60/10	C.P. 1.700 (2)
PL-S	11 W-4P	2 G 7	60/10	C.P. 1.750 (2)



PL - COMPACT 2 PATILLAS/COLOR 82: LUZ INCANDESCENTE (2.700 K)

TIPO LAMP. POT	CASQUILLO	U.E.	CODIGO	PTAS.
PL-C	10 W	G 24 d1	40/10	43980 2.500 (2)
PL-C	13 W	G 24 d1	40/10	42706 2.550 (2)
PL-C	18 W	G 24 d2	40/10	43981 2.600 (2)
PL-C	26 W	G 24 d3	40/10	43982 3.500 (2)

PL - LARGA/COLOR 83: BLANCO CALIDO (3.000 K)

TIPO LAMP./POT	CASQUILLO	U.E.	CODIGO	PTAS.
PL-L	18 W	2 G 11	25	44257 2.100 (2)
PL-L	24 W	2 G 11	25	44253 2.300 (2)
PL-L	36 W	2 G 11	25	44361 2.500 (2)

PL - COMPACT 4 PATILLAS/COLOR 82: LUZ INCANDESCENTE (2.700 K)

TIPO LAMP./POT	CASQUILLO	U.E.	CODIGO	PTAS.
PL-C	10 W-4P	G 24 q1	40/10	C.P. 2.500 (2)
PL-C	13 W-4P	G 24 q1	40/10	C.P. 2.550 (2)
PL-C	18 W-4P	G 24 q2	40/10	C.P. 2.600 (2)
PL-C	26 W-4P	G 24 q3	40/10	C.P. 3.500 (2)

PL - LARGA/COLOR 84: BLANCO (4.000 K)

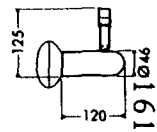
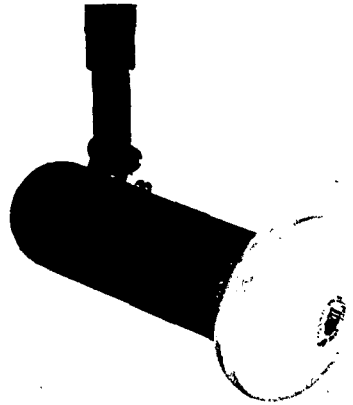
TIPO LAMP./POT	CASQUILLO	U.E.	CODIGO	PTAS.
PL-L	18 W	2 G 11	25	44255 2.100 (2)
PL-L	24 W	2 G 11	25	44250 2.300 (2)
PL-L	36 W	2 G 11	25	43360 2.500 (2)




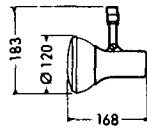
60000

▲▲ 60121

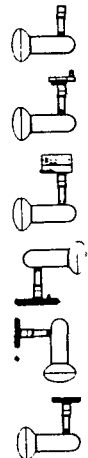
▲▲▲



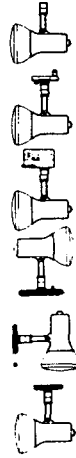
IP 20 clase I 
Aluminio.
(Aluminio pulido, blanco o negro).
Alimentación 2 P + T, 140 gr.
Portalámparas regulable.
Lámpara con reflector interno.
MAZDASOL o MAZDAMINISOL.
E-27. 100 W máx.
Accesorio:
Tubo prolongador 1314.



IP 20 clase I
Zamak 400 gr. (Negro o blanco).
Alimentación 2 P + T.
Lámpara con reflector interno
MAZDAPAR o MAZDASOL.
E 27. 150 W. máx.
Accesorios:
Tubo prolongador 1314. Visera 13.
Aleta Cortaflujos 14. Rejilla 15.
(ver pág. 48).



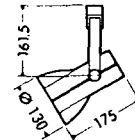
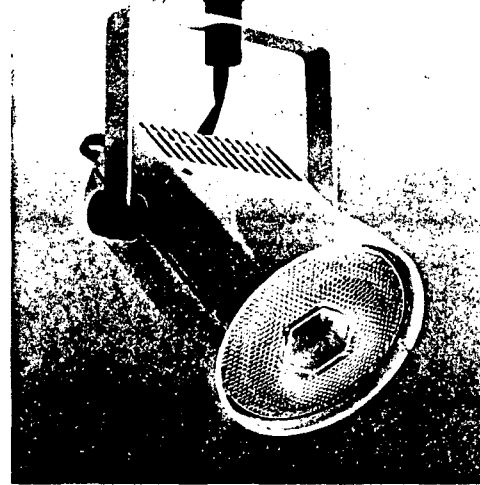
- 60000** sin soporte para riel decorativo.
Riel decorativo con base o sistema Espaciolita UE : 10.
- 69000** (60000 + 47900)
Sobre adaptador para carril 2 alumbrados.
- 64000** (60000 + XTSA51 con conector)
sobre adaptador para carril 3 alumbrados.
- 65000** (60000 + 3310)
sobre base
- 66000** (60000 + 3311)
en aplique
- 67000** (60000 + 3312)
en plafón



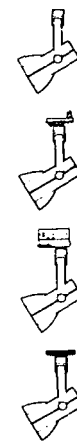
- 60121** sin soporte para riel decorativo y riel decorativo con base o sistema Espaciolita UE : 10.
- 69121** (60121 + 47900)
sobre adaptador para carril 2 alumbrados.
- 64121** (60121 + XTSA51 con conector)
sobre adaptador para carril 3 alumbrados
- 65121** (60121 + 3310)
sobre base
- 66121** (60121 + 3311)
en aplique
- 67121** (60121 + 3312)
en plafón

70865

▲▲



IP 20 clase I
Zamak 1.000 gr.
(Dorado, cromado, perla, burdeos y blanco).
Alimentación 2 P + T.
Lámpara con reflector interno
MAZDAPAR normal o de haz frío.
E 27. 150 W. máx.
Accesorios: tubo prolongador 1314, rejilla antideslumbrante 1850.



- 70865** sin soporte para sistema Espaciolita UE : 1
- 79865** (70865 + 47900)
sobre adaptador para carril 2 alumbrados.
- 74865** (70865 + XTSA51 con conector)
sobre adaptador para carril 3 alumbrados.
- 77865** (70865 + 3312)
en plafón.

SEGUNDA PARTE
CODIFICADOR DE FM

0. INTRODUCCION

En la actualidad existen varios tipos de codificadores de FM. En nuestro caso vamos a utilizar el denominado **Sistema de frecuencia piloto**. Este lo utilizamos por dos motivos: primero, porque es el sistema adoptado por España y, segundo, porque es el que más se utiliza a nivel mundial.

El codificador de FM es un aparato que, básicamente, realiza la función de sumar y restar las señales procedentes de una mesa de mezclas u otra fuente de sonido para poder enviar dicha información por un solo canal de transmisión.

El sistema de frecuencia piloto es capaz de transmitir dos o más canales por una sola portadora principal; sin embargo, necesita una subportadora para poder transmitir en estereofonía y, otra más, para emitir el canal monofónico adicional S.C.A.

Debido a que las recomendaciones de estas transmisiones se pueden superar bastante en la actualidad, se fomenta con gran aceptación lo que se denomina transmisiones por satélite de señales ESTEREO con un gran ancho de banda y sonido digital. En el apéndice D de este proyecto se comentan algunas formas de transmitir señales por medio de las emisoras de FM sin afectar al sonido estéreo. También se comentará el presente y futuro de la emisión y recepción de emisoras de radio por vía satélite.

1. PRINCIPIOS DE LA SEÑAL MULTIPLEX

Debido a que existen antes que los receptores de FM estéreo, los receptores monofónicos, la forma para transmitir la señal estereo tiene que ser compatible con la de la señal monofónica.

La señal compuesta de banda base, señal múltiplex, se obtiene de la siguiente forma: Las señales L y R procedentes de una mesa de mezclas se llevan por separado al codificador. Cada canal posee un filtro paso-bajo de 15 KHz. para limitar el ancho de banda de audio a dicho valor; posteriormente una preénfasis. Esta combina los dos canales dando a su salida otras dos señales que son:

$$M = \frac{L + R}{2} \qquad S = \frac{L - R}{2}$$

La señal M es la mitad de la suma de canales. Esta señal es compatible con la que reciben los receptores monofónicos.

La señal S se denomina subcanal estereofónico y es el que lleva la información estéreo.

La señal M no sufre ningún proceso posterior y se transmite en la banda que ocupa; o sea, entre 0 y 15 KHz.

La señal S se utiliza como moduladora de una subportadora de 38 KHz. La modulación AM se realiza en doble banda lateral con portadora suprimida. De esta forma, la información contenida en S se transmite en las bandas 23 a 38 y 38 a 53 KHz. La subportadora de 38 KHz. se suprime por dos motivos:

- a) Para aprovechar toda la potencia de la modulación en la transmisión de la información y no en la transmisión de señal portadora (que como mínimo consumiría el 50% de la potencia).
- b) Para no perder o distorsionar, en el proceso de demodulación del receptor, la información de más baja frecuencia presente en la señal de audio. Las bajas frecuencias de audio (frecuencias iguales o inferiores a 50 Hz.) están muy cerca de la frecuencia subportadora de 38 KHz, lo cual haría muy difícil el filtraje de ésta caso de transmitirla sin alterar la composición de las frecuencias correspondientes.

Cuando se transmite el canal monofónico SCA (canal auxiliar de datos) se utiliza otra subportadora para trasladar la información de este canal a la parte alta de la señal de banda base. Esta subportadora está comprendida entre 53 y 75 KHz (normalmente suele ser 67 KHz) y se suele modular por medio de la modulación polar.

La señal en banda base completa sin transmitir la SCA se compone de la señal modulada, la señal M y la señal piloto. Esta última es la que indica al demodulador que se está emitiendo una información estereofónica y, sirve para regenerar la subportadora de 38 KHz con unas características de frecuencia y fase iguales a las que tenía en el transmisor y, de esta forma, poder demodular, sin introducir errores, la

señal diferencia transmitida.

En la FM comercial, la máxima desviación de frecuencia permitida de la portadora principal es de ± 75 KHz (en otros casos 50 KHz (ver apéndice C), tanto para FM monofónica como estereofónica. Ello quiere decir que en la señal MPX habrá que fijar las amplitudes máximas de las respectivas componentes con el fin de no sobrepasar el 100% de modulación (lo que equivale a desviar más de los 75 KHz estipulados).

En nuestro caso, que no transmitimos el canal SCA, las desviaciones máximas permitidas para cada una de las componentes son las siguientes:

- Señal M.....45%
- Señal modulada...45%
- Señal piloto.....10%

Lo que hace un total del 100% de desviación; o sea, 75 KHz.

En el caso en que se transmita la señal SCA, las máximas desviaciones son las siguientes:

- Señal M.....40%
- Señal modulada...40%
- Señal piloto.....10%
- Señal SCA.....10%

Con lo que se consigue un 100% de desviación; o sea, los 75 KHz que es lo máximo permitido.

Si la desviación de frecuencia sobrepasa el valor límite de 75 KHz quiere decir que el índice de modulación D , que es el índice de modulación para un tono cuya frecuencia sea igual a

la máxima transmitida, ha aumentado, ya que el índice es:

$$D = \frac{A_m \Delta f_{\max}}{f}$$

$A_m \Delta f_{\max}$ ---- Desviación de frecuencia. Si A_m sobrepasa el valor 1, habrá sobremodulado.

f ---- Máxima frecuencia transmitida.

Como el ancho de banda transmitido es prácticamente:

$$B_t = 2 (D + 1) f$$

cuando D aumenta, aumenta el ancho de banda de transmisión. Por lo tanto, cuando se produce sobremodulación, el espectro ocupado por la emisora es mayor que el que tiene asignado, si no se limita con los filtros adecuados puede invadir canales adyacentes.

Para que la recepción estereofónica sea correcta, es necesario mantener una buena separación entre los canales L y R. Esto quiere decir, que la señal aplicada a uno de los canales en transmisión no debe aparecer en el otro en recepción (si lo hace, con un nivel muy inferior).

Con el fin de mantener una buena separación entre canales, es necesario que la ganancia y la variación de fase experimentada por las señales L-R y L+R a lo largo del camino recorrido hasta la etapa moduladora cumplan una determinada relación. También es necesario que el error de fase de la subportadora reinsertada sea mínimo.

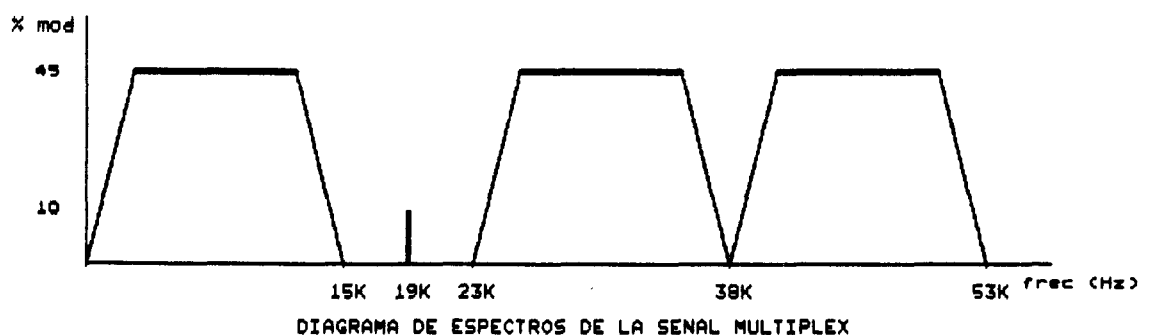
El procedimiento utilizado por los receptores para recibir

y obtener la señal es el siguiente:

En el caso del receptor mono, este solamente esta preparado para recibir una información en la banda de frecuencias comprendida entre 0 Hz y 20 KHz; por lo tanto, si en esta banda base enviamos la información monofónica; o sea, $(L+R)/2$, habremos conseguido que el receptor monofónico reciba solamente la información mono.

En el otro caso, el estéreo, debido a que tenemos que enviar la información mono, la señal diferencia la tenemos que enviar por encima de la señal mono. Debido a que el ancho de banda de la señal de FM es de 15 KHz, la señal MULTIPLEX (que así se denomina a la información de la señal estereofónica de FM), tiene en cada canal, un ancho de banda de 15 KHz.

Hay que decir que los sonidos comprendidos entre los 15 y 20 KHz son molestos para el oído humano.



Como se observa en la figura, en un ancho de banda comprendido entre 0 Hz y 15 KHz se envia la señal M. A una

frecuencia de 19 KHz se envia una señal piloto, esta señal indica al demodulador del receptor que se está enviando una señal en ESTEREO y, por lo tanto, activa el demodulador para poder obtener a la salida del receptor la información ESTEREO. Por último, se envia la señal diferencia S modulando a una señal de 38 KHz en doble banda lateral con portadora suprimida.

Con este tipo de configuración de señal, conseguimos que se reciba en ESTEREO o en MONO la información estéreo procedente de una fuente de información determinada; ya que, el receptor MONO solamente recibe la información M y, como no tiene demodulador de FM ESTEREO, solamente demodulará la información MONO de la señal de FM; por otro lado, el receptor ESTEREO al recibir la señal piloto de 19 KHz activará el demodulador ESTEREO y obtendrá a la salida la señal L y la R.

A continuación vamos a explicar como demodula el receptor ESTEREO la información:

Primero que nada tiene un filtro paso-bajo de 15 KHz; a cuya salida se obtiene la señal M. Posteriormente posee un filtro paso-banda sintonizado a 19 KHz; el cual, cuando detecta un nivel de señal determinado activa el demodulador; este último demodula la información contenida en la señal modulada en amplitud sobre los 38 KHz (teniendo en cuenta que, previamente esta señal pasa por un filtro paso-banda fijado entre 23 KHz y 53 KHz y con una frecuencia central de 38 KHz).

Si la señal recibida es ESTEREO la señal piloto de 19 KHz activa el demodulador y obtenemos a la salida las señales M y S. Si sumamos estas dos señales, obtenemos la señal L y, si las restamos obtenemos la R. En el caso de que la información emitida sea MONO, el filtro paso-banda, sintonizado a 19 KHz, no envía una señal de activación al demodulador de la señal contenida en 38 KHz; por ello, solo obtendremos a la salida la señal M; que al sumarla y restarla (ya que sumamos $L+R/2$ con 0 y la restamos también con 0) obtenemos a la salida la señal M ; o sea, la información monofónica. Luego, hemos conseguido que, la información estéreo se pueda recibir en MONO o en ESTEREO, según el tipo de receptor que posea el oyente de la emisora a sintonizar (siempre y cuando el emisor lo haga en ESTEREO).

2. DIAGRAMA DE BLOQUES

El esquema del diagrama de bloques es como sigue:

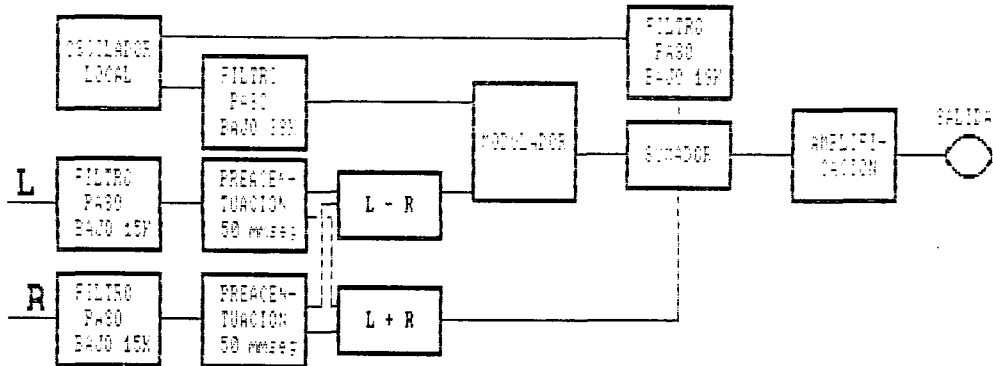


DIAGRAMA DE BLOQUES DEL GENERADOR DE SEÑAL MULTIPLEX

La descripción es la siguiente:

Por un lado, tenemos las señales L y R. Cada una de ellas entra en un filtro paso-bajo para limitar el ancho de banda de cada canal ESTEREO a 15 KHz. Posteriormente, cada uno de los canales pasa a una red de preacentuación; la función de dicha red es, la de introducir un impulso previo de 50 μ seg para mejorar la relación S/N. Posteriormente los dos canales van a una red suma de dichos canales y, por otro lado, a una red diferencia de ellos.

Por otra parte, partiendo de un oscilador local, generamos las frecuencias patrones para poder enviar la señal MULTIPLEX; las cuales son 19 y 38 KHz respectivamente. Cada una de estas frecuencias pasa por un filtro paso-bajo para eliminar los armónicos y convertirlas en señales senoidales; ya que el oscilador local, genera una señal cuadrada y el ENCODER

trabaja con señales senoidales.

Posteriormente, la señal diferencia de canales $(L-R)/2$ se introduce en un modulador junto con la señal senoidal de 38 KHz; a su salida obtendremos la señal de 38 KHz modulada por la señal diferencia. Esta señal que hay a la salida se suma con la señal procedente de la red suma de canales $(L+R)/2$ y con la señal piloto (señal senoidal de 19 KHz). A la salida de este sumador, obtendremos la señal MULTIPLEX. Ahora, solo nos faltara realizar una amplificación final y ya tenemos nuestra señal MULTIPLEX.

3. ESQUEMA ELECTRICO

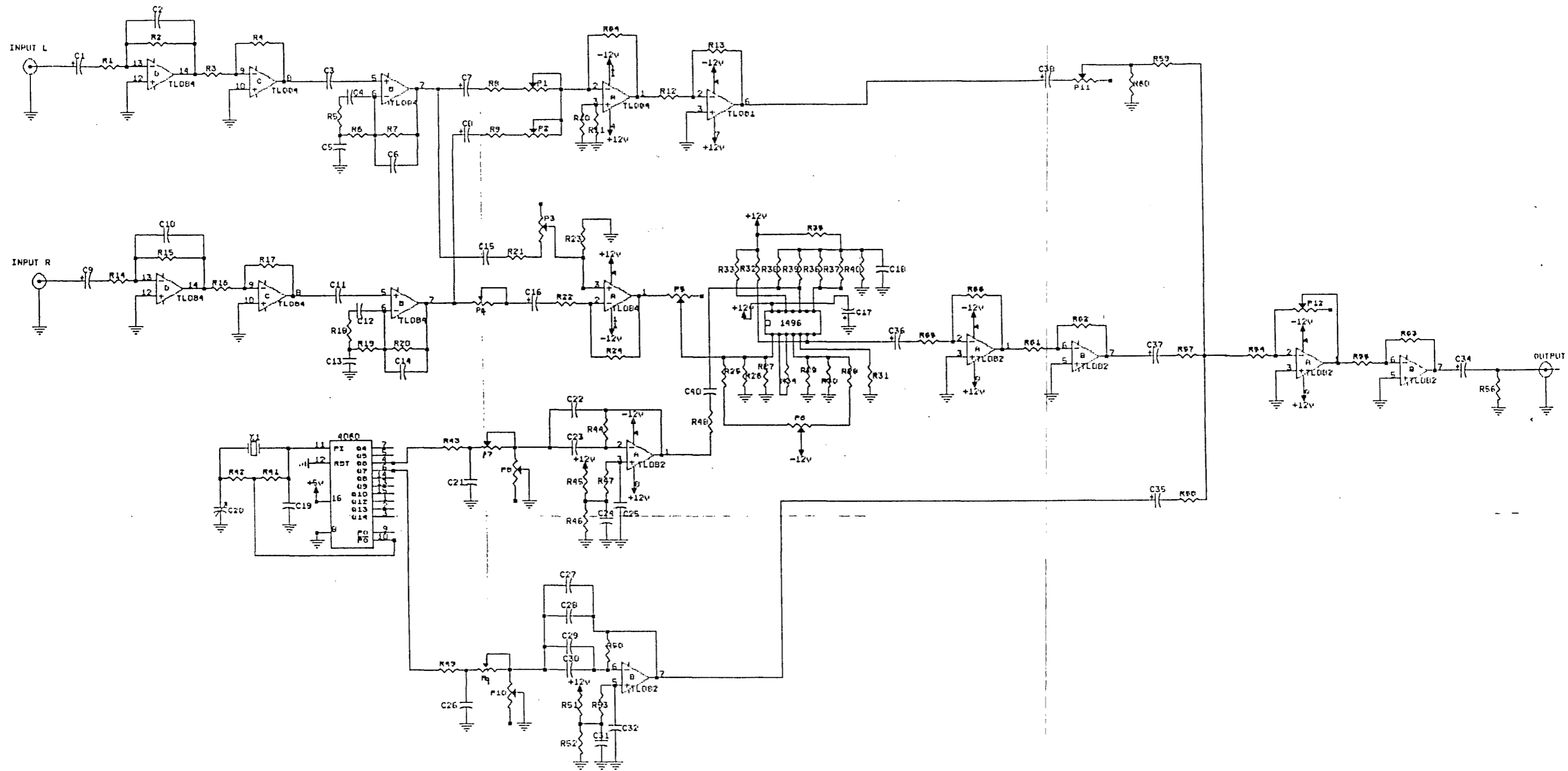
El esquema eléctrico se muestra en las siguientes páginas. Las partes de las que se compone se han mencionado en el diagrama de bloques y, son:

- a. Filtros paso-bajo sintonizados a 15 KHz. Ya que, el ancho de banda de la FM estéreo es de ese margen.
- b. Redes de preacentuación de 50 μ seg. Estas se utilizan para compensar el ancho de banda de la FM y, por lo tanto, para mejorar la relación señal/ruido.
- c. Suma de canales. Ya que la señal de salida se compone de la señal M, la S modulada y la piloto.
- d. Diferencia de canales. Como se ha explicado antes, una de las señales componentes de la múltiplex es la señal S modulando a una portadora.
- e. Red de oscilación. Para obtener las dos frecuencias básicas para el ENCODER, es necesario realizar un oscilador que genere una señal de 19 y otra de 38 KHz. Ya que la norma CCIR-450-3 (que es la que regula todo lo relacionado con las transmisiones en FM estéreo) dice que la desviación en frecuencia de la señal piloto debe ser como máximo de ± 2 Hz, es necesario diseñar un oscilador de cristal, ya que es el más estable en frecuencia.
- f. Redes de conversión de señal cuadrada a senoidal. Como la señal que sale del oscilador de cristal es cuadrada, necesitamos unas redes de conversión de señal cuadrada a

senoidal. Ello se consigue con un filtro paso-bajo y una determinada configuración.

- g. **Modulación.** Como la señal S tiene que transmitirse y, conseguir que los receptores mono no la capten, la mejor solución es modular una señal portadora por medio de la señal S. La frecuencia de la subportadora es de 38 KHz.
- h. **Red suma total.** La señal modulada se suma con la señal piloto de 19 KHz y con la M y, obtenemos la señal MPX.
- i. **Amplificación final.** Como la señal suma tiene una amplitud pequeña, la amplificamos para que a la salida del ENCODER tenga el nivel adecuado de señal.
- j. **Fuente de alimentación.** Las alimentaciones necesarias para que funcione el ENCODER son de +12v, -12v y +5v.
- k. **Comprobador de 19 KHz.** Un simple circuito basado en un PLL, que nos indica en el panel frontal del ENCODER, si a la salida está la señal de 19 KHz y, si su nivel es bueno o no.
- l. **Vúmetros.** Dos vúmetros que indican el nivel de señal a la entrada de cada canal, para evitar que se pueda sobremodular.

En las siguientes páginas se va a mostrar por secciones el ENCODER, explicando que finalidad tiene cada cosa dentro el circuito.



3.1. SECCION FILTROS PASO BAJO, REDES DE PREACENTUACION, RED SUMA Y RED DIFERENCIA DE CANALES

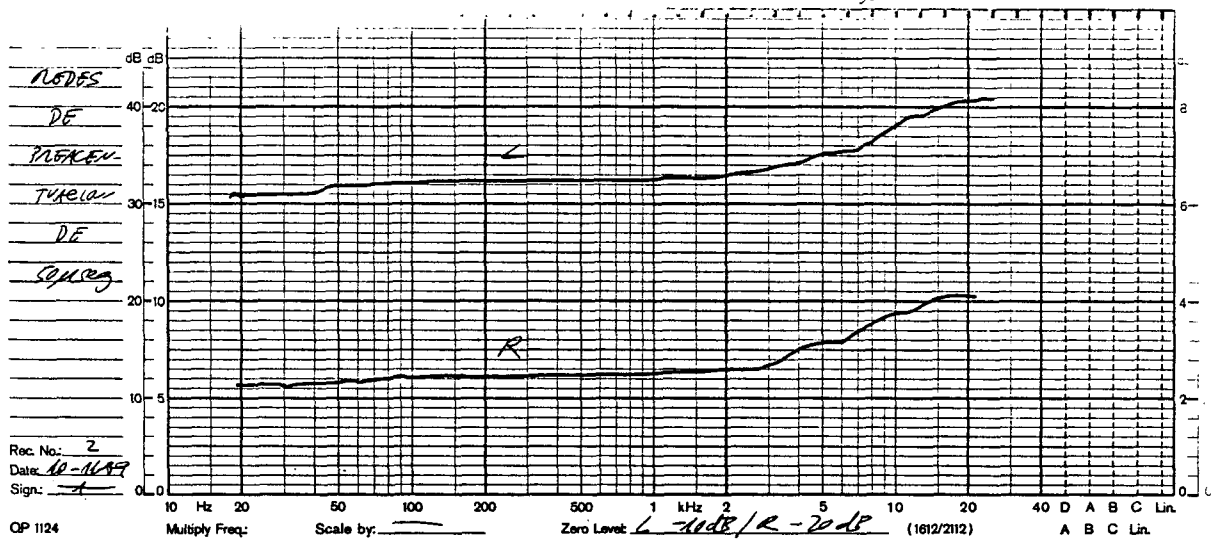
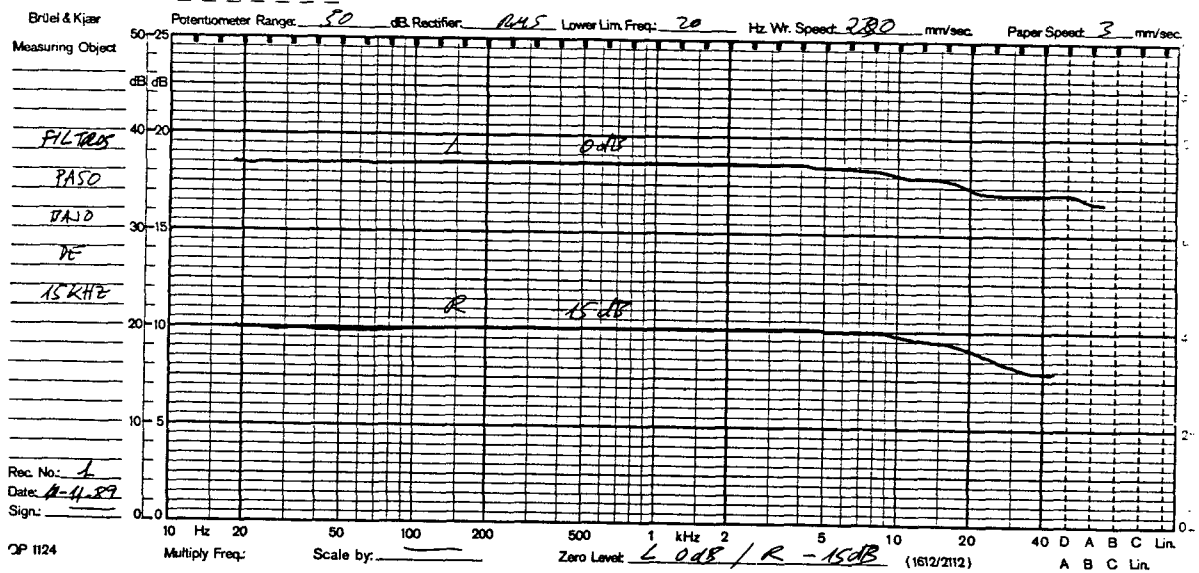
Cada una de las entradas llega al primer operacional, que está configurado como filtro paso-bajo de 15 KHz. Dicho valor le viene dado por el paralelo entre la resistencia R2 y el condensador C2.

Como el filtro está en configuración de inversor, se le coloca a su salida otro inversor para que la señal de entrada tenga la misma fase que la que sale del filtro.

Posteriormente, cada una de las señales llega a la red de preacentuación, que lo que hace es resaltar la zona de altas frecuencias por medio de dos redes, una es la que comprenden R7-C6 y la otra es C4-R5//R6; con las que se consigue una preacentuación que es la mostrada en la gráfica logarítmica.

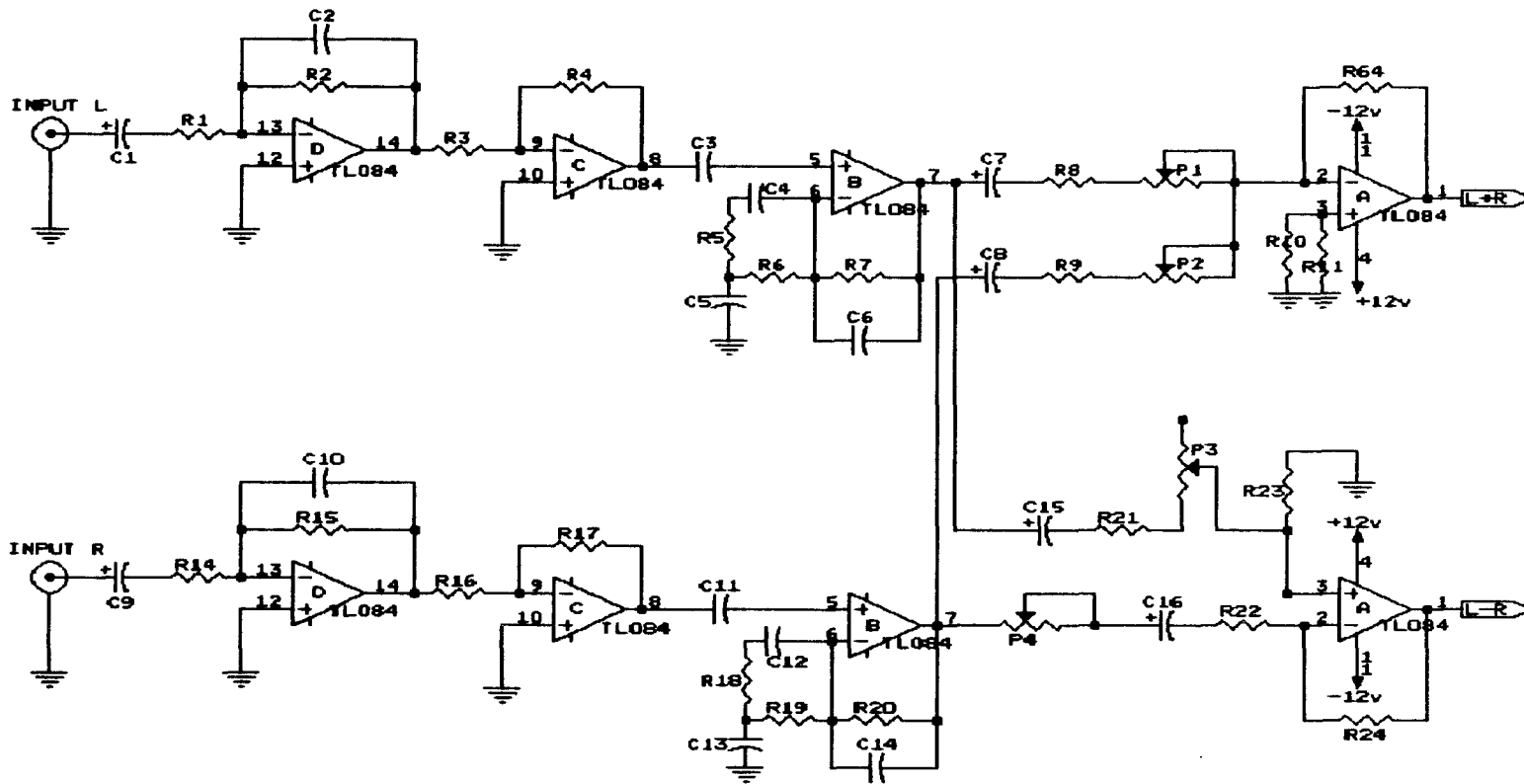
A continuación se pueden observar unas gráficas sacadas en un barrido logarítmico realizado a cada uno de los canales y en las redes de filtro y preacentuación.

Posteriormente, la señal de ambos canales va al sumador, que es un operacional a cuya entrada positiva están conectados los dos canales por medio de unos condensadores, resistencias y potenciómetros. Como el operacional está configurado como sumador, tiene una realimentación negativa y, su pata negativa está unida a tierra por medio del paralelo de las resistencias anteriores.



En el caso de la red diferencia, la forma de obtenerla es muy sencilla. Como un operacional posee una entrada diferencial, si conectamos el canal L a la pata positiva y el R a la negativa, obtenemos a la salida la diferencia con una amplificación que, en este caso, es 1; ya que la resistencia de realimentación es prácticamente del mismo valor.

178



FILTROS PASO BAJO 15 KHz PREACENTUACION , RED L+R , RED L-R		
Title CODIFICADOR DE FM		
Tam: Num. Documento:	1	REV
A		
Fecha Noviembre 30, 1989		
Hoja		de

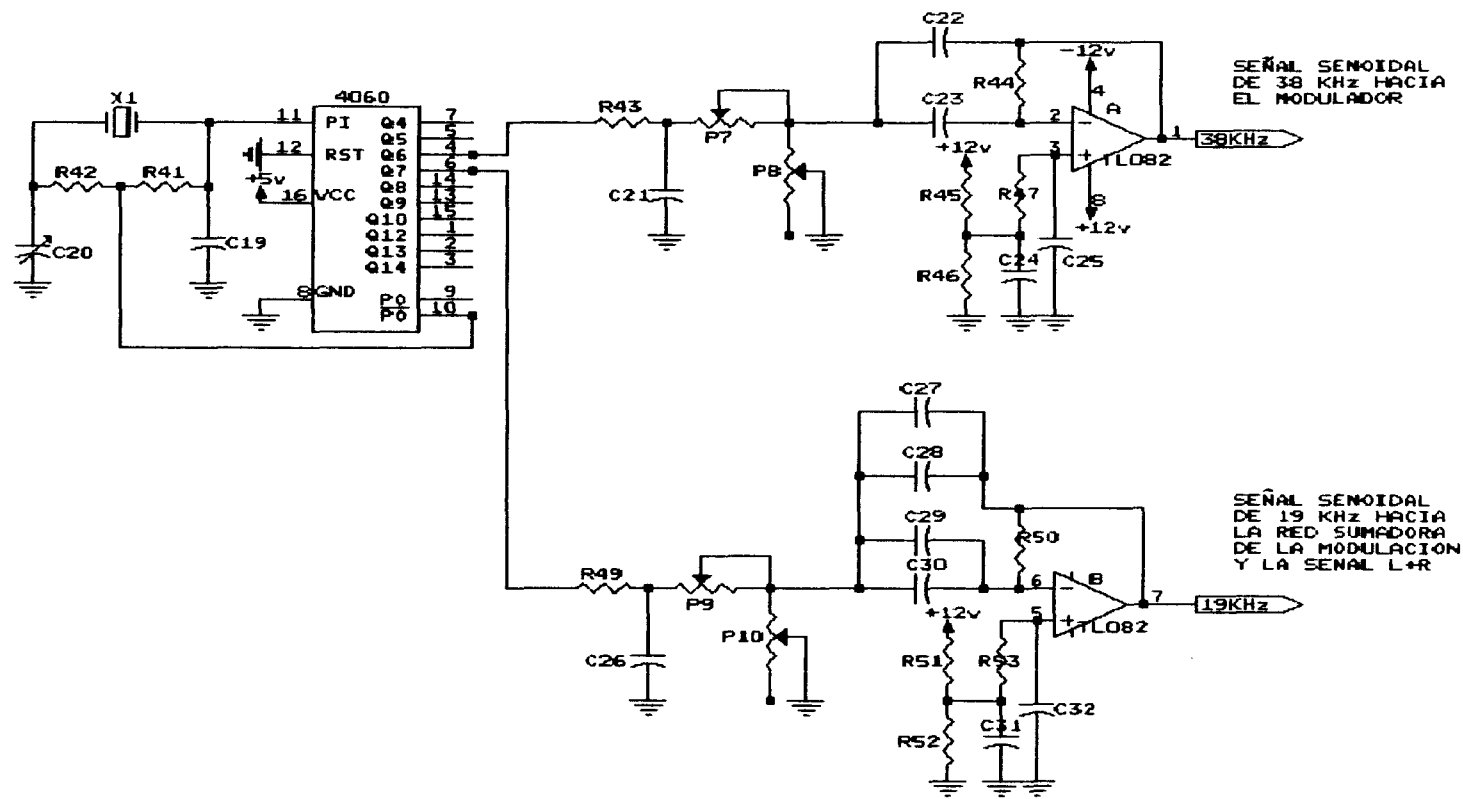
3.2. SECCION DEL OSCILADOR Y LAS REDES DE CONVERSION DE SEÑAL CUADRADA A SENOIDAL

Comenzando por el oscilador, la configuración es una aplicación del circuito integrado 4060, el cual es un contador al que se le puede colocar a su entrada una red de oscilación, ya que la entrada es un inversor. Si colocamos la configuración que aparece en el esquema 2, tendremos una oscilación entre las patas 10 y 11 del circuito integrado, que se corresponden con el inversor.

El valor del cristal de cuarzo es de 2.432 MHz, que al dividirlo por 64 obtenemos los 38 KHz y al dividirlos por 128 obtenemos los 19 KHz, que son las frecuencias patrones.

La red de conversión para 38 KHz comienza con un filtro paso bajo (el R43-C21) de 38 KHz, posteriormente pasa al potenciómetro P7, el cual limita el valor de la tensión de salida de la operación que se utiliza como convertidor. El potenciómetro P8 nos sirve para regular la forma senoidal de la señal de salida. La función de los condensadores C22, C23 y la resistencia R44 es la de obtener una realimentación que convierta la señal cuadrada en unas cargas y descargas de condensador; con lo que por medio de la inyección de P8 podemos configurar una señal senoidal. La finalidad del divisor de tensión R45-R46 así como de los demás componentes de la pata positiva del operacional es la de fijar un valor de tensión para que el operacional compare la señal de entrada y,

a su vez, para evitar que pueda entrar en oscilación. La configuración de la red de conversión para los 19 KHz es análoga; solo hay que tener en cuenta que el valor del condensador del filtro paso-bajo, esta vez sintonizado a 19 KHz, es el doble que el de 38. También varía el valor el potenciómetro P9, que es mayor; ya que el nivel de la suma total no es muy alto y, por último, los condensadores que funcionan como conversión de señal son del doble de la capacidad de los de 38 KHz; pues, a mayor frecuencia menor valor.



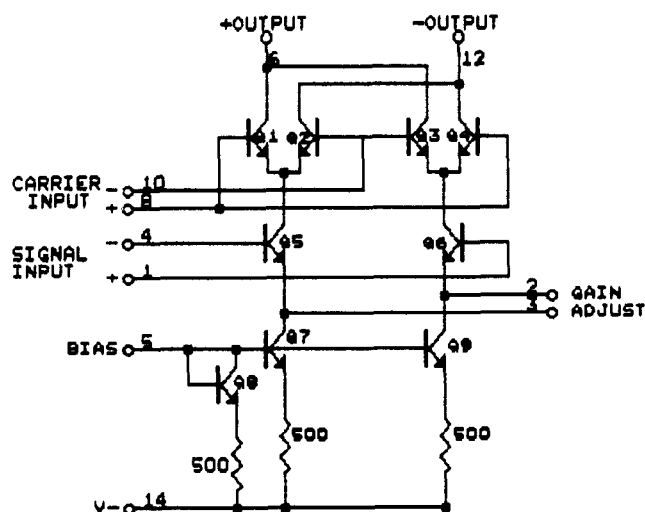
SEÑAL SENOIDAL DE 38 KHz HACIA EL MODULADOR

SEÑAL SENOIDAL DE 19 KHz HACIA LA RED SUMADORA DE LA MODULACION Y LA SENAL L+R

OSCILADOR DE 2.432 MHz Y REDES DE CONVERSION DE SEÑAL CUADRADA A SENOIDAL DE 38 Y 19 KHz		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam:	Num. Documento:	REV
A	2	
Fecha	Noviembre 30, 1989	Hoja de

3.3. SECCION DEL MODULADOR, EL SUMADOR TOTAL Y LA AMPLIFICACION FINAL

Por lo que se refiere al modulador, la configuración que tiene es una aplicación típica para obtener a su salida una señal modulada en amplitud con portadora suprimida. La entrada de la señal moduladora es por la pata número 1; a su vez se produce una realimentación de esta señal a la pata 4 y, por medio de



un potenciómetro, P6, con su cursor conectado a alimentación negativa, se consigue suprimir la portadora de 38 KHz. La resistencia R34 fija la ganancia del CI; el valor de 1 K es el que se utiliza normalmente; ya que no da problemas de tener a la salida una señal demasiado distorsionada. Las patas 1 y 4

están unidas a masa por medio de dos resistencias de 50 ohmios (R26//R27 y R29//R30) para evitar que oscilen los transistores. Por otro lado, pasa lo mismo con las resistencias de las patas 6, 8, 10 y 12; las cuales están unidas a la alimentación positiva para evitar que los transistores entren en oscilación. La entrada de la señal portadora es por medio de la pata 10.

Como la señal de salida del demodulador es muy pequeña, se realiza a su salida una amplificación para, posteriormente, llevarla al sumador.

La subportadora de 38 KHz. se suprime por dos motivos fundamentales:

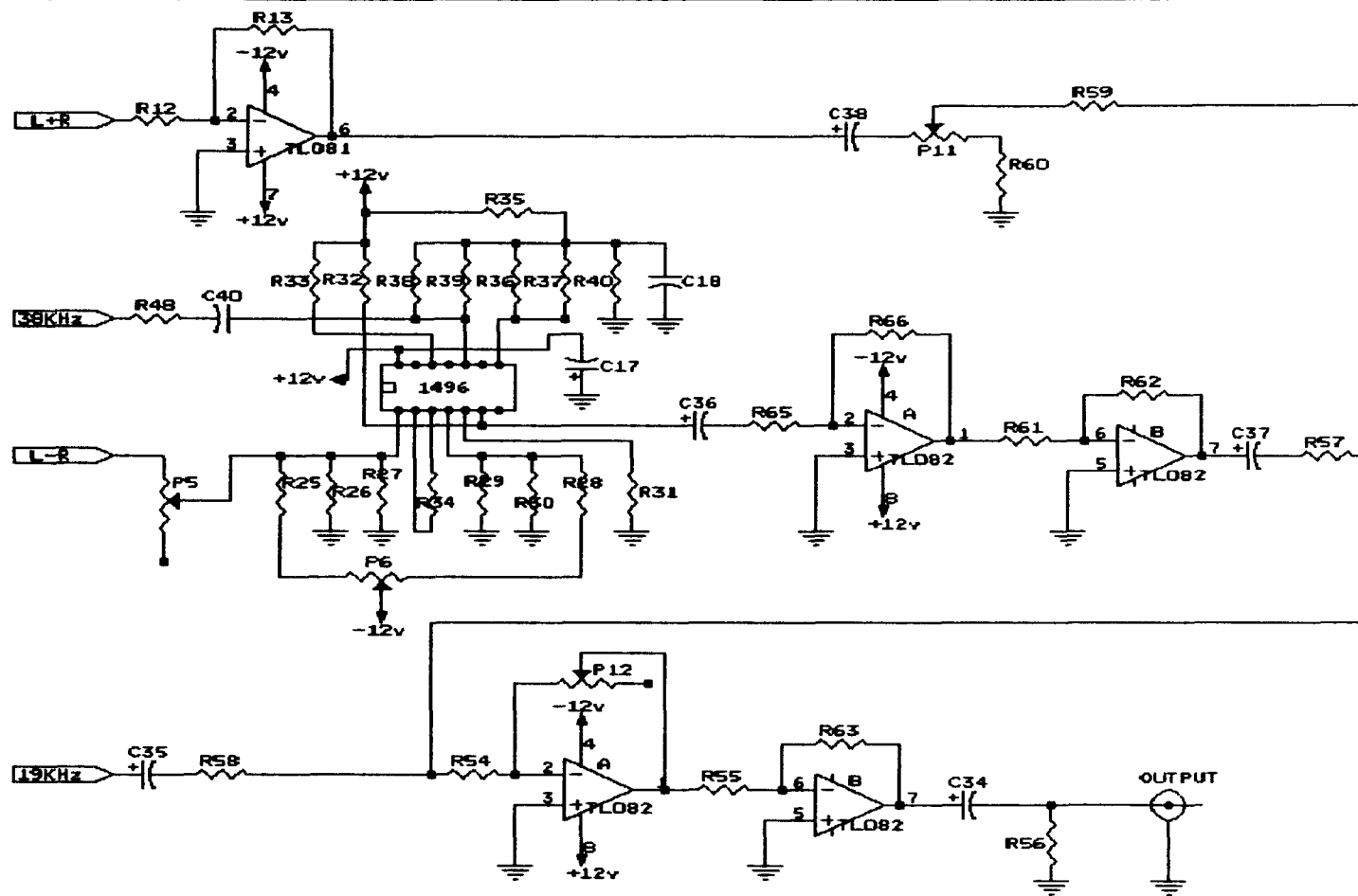
- a) Para aprovechar toda la potencia de la modulación en la transmisión de la información y no en la transmisión portadora; que como mínimo consumirá el 50% de la potencia total.
- b) Para no perder o distorsionar, en el proceso de demodulación del receptor, la información de más baja frecuencia presente en la señal de audio. En efecto, las bajas frecuencias de la señal de audio (señales iguales o inferiores a 50 Hz.) están muy cerca de la frecuencia subportadora de 38 KHz, lo cual haría muy difícil el filtraje de ésta caso de transmitirla sin alterar la composición de las frecuencias correspondientes.

El sumador total, se compone de las resistencias R57, R58 y R59; por lo que a su salida obtenemos la suma. La cantidad de señal inyectada de L+R se regula por medio del potenciómetro P11 y, la de la señal piloto, por medio del potenciómetro P9. La amplificación final es una en forma de inversor; por lo que, a su salida, le colocamos otro inversor de ganancia 1 para acoplarlo a la salida. Esta última consta de un condensador para evitar el paso de señal continua hacia la salida y, de una resistencia de 100 K (R56) que, básicamente es la impedancia de salida, que se toma como estándar.

Hay que tener en cuenta que el canal compatible (se le llama así al canal que contiene la señal $((L + R)/2)$ producirá como máximo un 45% de la desviación de frecuencia de la portadora principal; la suma de las bandas laterales de la señal S (que es la señal $(L - R)/2$) modulada en amplitud con portadora suprimida, producirán otro 45%, como máximo, de la desviación total. El resto, un 10%, lo produce el piloto de 19 KHz.

En el apéndice dos vienen las recomendaciones CCIR sobre las transmisiones estereofónicas.

A este ENCODER se le puede conectar a su salida un generador de señal RDS; aunque no está preparado. Se le tiene que conectar un oscilador de señal a una frecuencia de 57 KHz y el modulador de señal RDS (esta modulación es en cuadratura) y, por tanto, habrá que ajustar los niveles de las señales componentes para no sobremodular a la portadora.



SECCION DEL MODULADOR, SUMADOR TOTAL Y AMPLIFICACION FINAL		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam:	Num. Documento:	REV
A	3	
Fecha	Noviembre 30, 1989	Hoja de

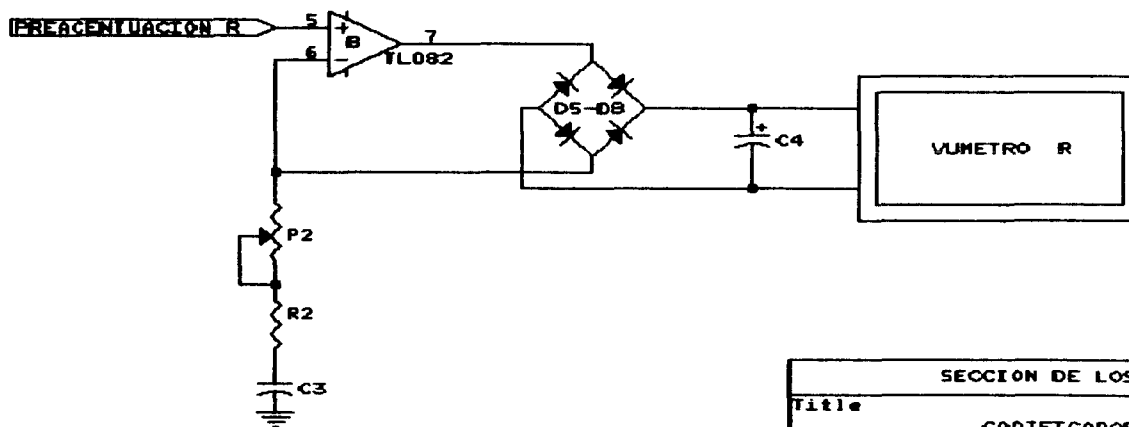
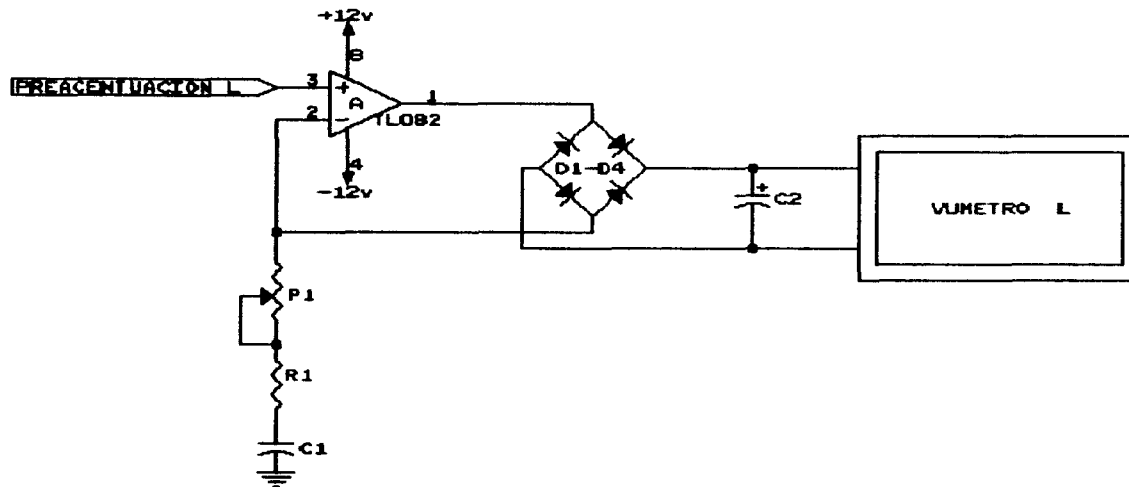
3.4. SECCION DE LOS VUMETROS

Este esquema comprende la sección de vúmetros; tanto el del canal derecho como el del izquierdo.

La estructura de cada una de los vúmetros es análoga.

La entrada de señal es por la pata positiva del operacional. Por la negativa se le introduce un nivel de referencia que lo fijan el condensador C1, la resistencia R1 y el potenciómetro P1. Con este nivel, podemos regular el cero del vúmetro; ya que, al variar el valor resistivo del potenciómetro, varia el nivel de referencia que se le inyecta a la pata negativa del operacional. El nivel de salida del operacional se rectifica para poder aplicarselo al vúmetro; ya que este último, solo funciona con señal continua. La finalidad del condensador C2 es la de regular el tiempo de caída del vúmetro.

Como se ha descrito anteriormente, los dos vúmetros son análogos y, por lo tanto, la función de los componentes C2, R2, P2, D5-D8 y C4 es semejante a la de los C1, R1, P1, D1-D4 y C2.



SECCION DE LOS VUMETROS		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam: Num. Documento:		REV
A	4	
Fecha Noviembre 30, 1989		Hoja de

3.5. SECCION DEL COMPROBADOR DE 19 KHz

Este esquema se refiere a un comprobador de 19 KHz. Este circuito realiza la función de comprobar si a la salida del ENCODER está dicha señal y, así podemos comprobar que, por un lado, se están emitiendo los 19 KHz y, por otro, que está funcionando el modulador (lo suponemos; ya que, al funcionar el oscilador se supone que le llega la señal de 38 KHz al modulador). De esta forma, comprobamos que funciona más o menos bien el ENCODER.

EL funcionamiento del comprobador es el siguiente: La señal llega al filtro pasobanda formado por R1/C1/L1/C2; el cual elimina las partes innecesarias de la señal, que después de ser amplificadas por T1, se aplican a la entrada del CI por la pata número 3.

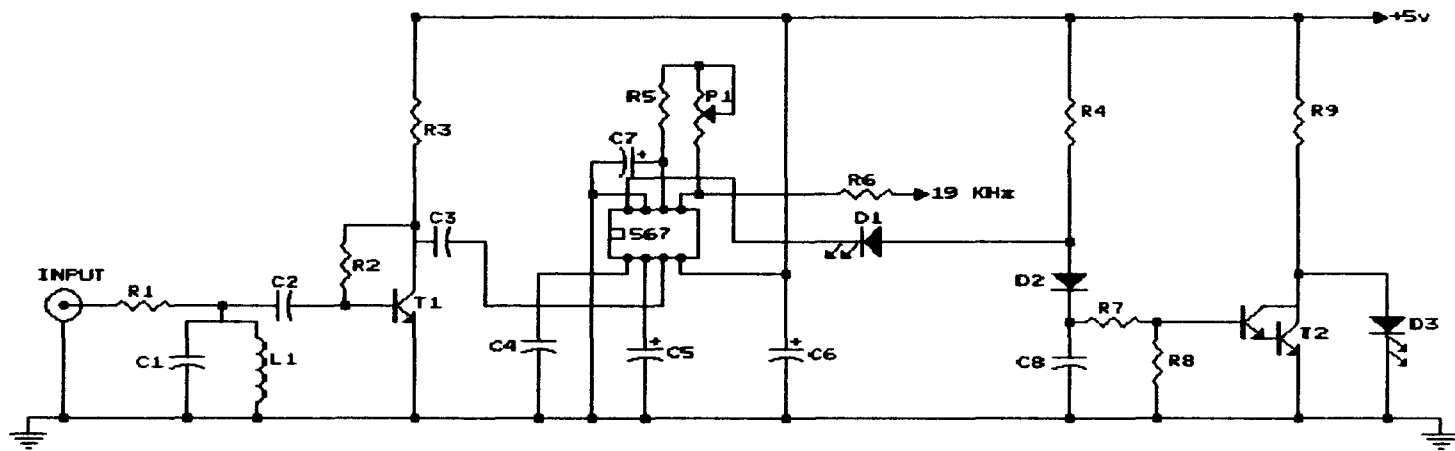
El CI 567 es un PLL que lo utilizamos en este caso como decodificador de tonos. La función que realiza cada uno de sus terminales lo podemos ver en el esquema 5. El PLL se ajusta a una frecuencia determinada por medio de los componentes que están entre las patas 5 y 6. Para los valores que están puestos, el PLL está ajustado a 19 KHz. La banda pasante de la frecuencia de enganche está determinado por el valor de C5. C4 tiene la finalidad de eliminar en la salida los efectos de cualquier espúrea en las cercanías de la frecuencia de enganche.

Cuando el 567 detecta alguna señal dentro de la banda de 19 KHz, empieza a oscilar a esa frecuencia. La salida del CI, que

es la pata 8, baja a cero, por lo cual se iluminará el led D1. Si el PLL no ha enganchado correctamente con la señal de entrada, o si la señal de entrada no se mantiene en la banda pasante de la frecuencia de enganche el tiempo suficiente, C8 solo se habrá cargado parcialmente, por lo que no se iluminará el led D3. Tan pronto como el PLL esté correctamente enganchado a los 19 KHz se cortará T2, iluminandose los dos led a la vez. En estas condiciones, la señal de salida del PLL es una onda cuadrada de exactamente 19 KHz.

Por medio de este comprobador de 19 KHz, podemos observar si la señal de dicha frecuencia está presente a la salida y, si el nivel es el adecuado o no.

190



COMPROBADOR DE 19 KHz		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam:	Num. Documento:	REV
A	5	
Fecha	Noviembre 30, 1989	Hoja 1 de

3.6. SECCION DE LA FUENTE DE ALIMENTACION

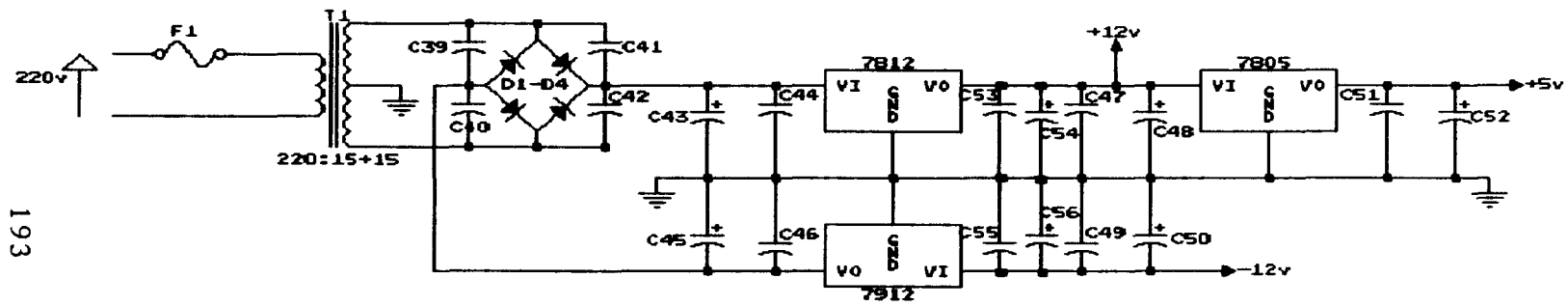
Dicha fuente consta a su entrada de señal alterna, de un fusible de 0.5 A, para proteger el circuito de posibles cortocircuitos. Posteriormente, se inyecta la señal de 220v a un transformador toroidal que da a su salida dos tensiones de 15v. Se emplea un toroidal para evitar las posibles interferencias de los campos magnéticos generados por un normal sobre el circuito eléctrico. El terminal central del secundario se conecta a masa y, los otros dos extremos a los extremos de un puente rectificador. La finalidad de los condensadores C39, C40, C41 y C42 es la de evitar interferencias en la alimentación rectificada.

A la salida positiva; o sea, entre los condensadores C41 y C42, se le conecta un regulador de tensión que es el 7812. Este regulador da una tensión estabilizada de 12v a la salida. Tanto a su entrada como a su salida, se le conectan dos condensadores, uno de nanofaradios y otro de microfaradios. El objetivo de estos condensadores es eliminar los picos de baja y alta frecuencia.

Conectamos a la salida del 7812 otro regulador de tensión que es el 7805, este nos da 5v a su salida y, como se indicó antes, conectamos en su salida dos condensadores para evitar picos de baja y alta frecuencia.

Por lo que se refiere a la sección negativa, hacemos lo mismo que para el 7812, pero, esta vez tomando la salida negativa;

es decir, entre los condensadores C39 y C40. Le conectamos los condensadores C45 y C46 para los picos y despues de ellos viene el regulador de tensión negativa 7912, a cuya salida se conectan otra vez los condensadores; esta vez son C49 y C50 para el mismo fin que los condensadores C45 y C46.



FUENTE DE ALIMENTACION		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam:	Num. Documento:	REV
A	6	
Fecha Noviembre 30, 1989		No. de

AJUSTE

4. AJUSTE

El ajuste del ENCODER se realiza como sigue.

Lo primero que se ajusta es la frecuencia del cristal de cuarzo. Esta se ajusta por medio del condensador variable C33, y se intenta conseguir la frecuencia más próxima a los 2.432 MHz. en la patilla número 9 del circuito integrado 4060. Posteriormente se regulan los conversores de señal cuadrada a senoidal, por medio de los potenciómetros P8 y P10. Con dichos potenciómetros se consigue regular la forma senoidal de las señales.

Posteriormente se regula la red suma. La forma ideal de hacerlo (al igual que para la red diferencia) es con un analizador de espectros; pero, en su defecto, lo hacemos de la siguiente manera. Se inyecta al canal izquierdo una señal de 1 KHz. que proviene de un generador de funciones. Esa misma señal, a su vez, se aplica a un inversor de ganancia la unidad y, la salida de este último se aplica al canal derecho. Como la señal de los dos canales tiene la misma frecuencia y amplitud, pero con fase contraria, en realidad, lo que estará haciendo la red suma es la diferencia de los dos; por tanto, a su salida, patilla 1 del TL084 de la red R, debe haber una señal que es nivel de ruido. Esto se regula por medio de los potenciómetros P1 y P2, que son los que inyectan las señales L y R al sumador.

El porqué no se regula la señal suma, colocándole la misma señal, con igual amplitud y fase, en las entradas de señal L y

R y, observar en la patilla 1 una amplitud que es el doble de la de entrada es por el siguiente motivo: las redes de entrada poseen un filtro paso bajo, un inversor y una preacentuación antes de llegar a la red suma; debido a ello y a que los componentes tienen una tolerancia del 5%, el nivel de una preacentuación y el de los filtros paso bajo no es el mismo para los dos canales. Por ello, la mejor solución es un analizador de espectros y en su defecto, invertir la señal a la entrada de uno de los canales.

Luego se regula la red diferencia. La forma correcta de hacerlo es utilizando un analizador de espectros de audio; pero, como no tenemos dicho aparato en el laboratorio, ni en la escuela de Telecomunicaciones, lo que se hace es regularlo de otra manera. Para ello, se utiliza un generador de funciones a la frecuencia de 1 KHz. Esta señal se inyecta en las dos entradas de canal (tanto el derecho como izquierdo) y, con la ayuda de un osciloscopio, se observa la salida en la patilla 1 del circuito integrado TL084 que está en el canal derecho. Con la ayuda de los potenciómetros P3 y P4 regulamos la salida, hasta observar en el osciloscopio que en la patilla 1 del integrado no hay nada (o ruido).

Ahora se pasa a regular la inyección de señal a la entrada del modulador. Para ello, regulamos el potenciómetro P7 a un nivel con el que se observa que, tanto a la entrada como a la salida del modulador, la señal de 38 KHz. tiene una amplitud

que no está distorsionada. Posteriormente, regulamos la entrada de señal hacia el modulador; para ello, inyectamos una señal de 1 KHz. y una amplitud de 0 dB a la entrada del canal L y, la entrada R la conectamos a masa. Regulamos el potenciómetro P5 hasta observar en la salida que el nivel de señal modulada no está distorsionado.

Lo siguiente se regula con un medidor de desviación de frecuencia:

Ahora procedemos a la regulación del nivel de salida máximo de la señal modulada; o sea, que desvie un 45% a la señal portadora, por medio del potenciómetro de la amplificación final; o sea, el P12. Para ello, introducimos la señal de 1 KHz en los dos canales, pero con fase contraria y con la máxima amplitud de entrada (la señal piloto la anulamos). Una vez regulado el modulador, regulamos la red M para que desvie el otro 45% y, posteriormente, la piloto para desviar el 10% restante. Por medio del P11 regulamos la desviación de la componente M; para ello, inyectamos la señal de máxima amplitud de 1 KHz (0 dB) en los dos canales de entrada del ENCODER en fase y medimos una desviación del 45% en el medidor. Una vez todo regulado, inyectamos la señal piloto por medio del P9 y regulamos la máxima desviación al 100%.

DATOS TECNICOS

5. DATOS TECNICOS

Los datos técnicos del ENCODER son los siguientes:

- Separación de canales a 1 KHz. 59 dB
a 10 KHz. 40 dB
- Supresión de los 38 KHz. 42 dB
- Distorsión de la señal codificada 0,4%
- Relación señal/ruido 47 dB

Los demás datos técnicos del Encoder no se pueden facilitar por falta de material en la escuela de Telecomunicaciones.

DATOS GENERALES

- Temperatura de funcionamiento 0 a +70 °c
- Compatibilidad CCIR 450-2
- Alimentación 220 v
- Consumo de corriente 290 mA
- Peso 6,3 Kg.
- Dimensiones 140 mm alto x 400 mm ancho x 250 mm fondo

LISTA DE COMPONENTES Y PRESUPUESTO

6.1. LISTA DE COMPONENTES DEL ENCODER

6.1.1. RESISTENCIAS

RESISTENCIA -----	VALOR -----	PRECIO -----
R1	100K	10
R2	100K	10
R3	22K	10
R4	12K	10
R5	8K2	10
R6	47K	10
R7	100K	10
R8	18K	10
R9	18K	10
R10	11K	10
R11	22K	10
R12	22K	10
R13	5K6	10
R14	100K	10
R15	100K	10
R16	22K	10
R17	22K	10
R18	8K2	10
R19	47K	10
R20	100K	10

RESISTENCIA	VALOR	PRECIO
R21	22K	10
R22	22K	10
R23	22K	10
R24	22K	10
R25	10K	10
R26	100	10
R27	100	10
R28	10K	10
R29	100	10
R30	100	10
R31	6K8	10
R32	3K9	10
R33	3K9	10
R34	1K	10
R35	1K	10
R36	100	10
R37	100	10
R38	100	10
R38	100	10
R39	100	10
R40	1K	10
R41	1M	10
R42	3K3	10
R43	1K	10

RESISTENCIA -----	VALOR -----	PRECIO -----
R44	270K	10
R45	1K	10
R46	1K	10
R47	100K	10
R48	3K9	10
R50	270K	10
R51	1K	10
R52	1K	10
R53	100K	10
R54	22K	10
R55	5K6	10
R56	100K	10
R57	22K	10
R58	1M	10
R59	22K	10
R60	1K	10
R61	22K	10
R62	22K	10
R63	22K	10
R64	22K	10
R65	22K	10
R66	39K	10
	TOTAL.....	660

6.1.2. CONDENSADORES

CONDENSADOR	VALOR	PRECIO
C1	22 μ	40
C2	100p	30
C3	100n	30
C4	1n	30
C5	220n	30
C6	100p	30
C7	33 μ	43
C8	33 μ	43
C9	22 μ	40
C10	100p	30
C11	100n	30
C12	1n	30
C13	220n	30
C14	100p	30
C15	33 μ	43
C16	33 μ	43
C17	33 μ	43
C18	100n	30
C19	33p	30
C20	20-60p	50
C21	2n2	30
C22	390p	30
C23	390p	30

CONDENSADOR -----	VALOR -----	PRECIO -----
C24	33μ	43
C25	10n	30
C26	4n8	30
C27	390p	30
C28	390p	30
C29	390p	30
C30	390p	30
C31	33μ	43
C32	10n	30
C33	10μ	30
C34	10μ	45
C35	10μ	45
C36	33μ	43
C37	10μ	45
C38	10μ	45
	TOTAL....	----- 1344

6.1.3. POTENCIOMETROS

<u>POTENCIOMETRO</u>	<u>VALOR</u>	<u>PRECIO</u>
P1	22K	35
P2	50K	35
P3	22K	35
P4	1M	35
P5	10K	35
P6	10K	35
P7	50K	35
P8	1K	35
P9	1M	35
P10	1K	35
P11	50K	35
P12	50K	35
	TOTAL.....	420

6.1.4. CIRCUITOS INTEGRADOS, CRISTAL Y ZOCALOS

CIRCUITO INTEGRADO -----	TIPO -----	PRECIO -----
IC1	TL084	125
IC2	TL081	200
IC3	TL084	125
IC4	LM1496	150
IC5	TL082	150
IC6	TL082	150
IC7	MC4060	100
IC8	TL082	150
X1	2.432MHz	1000
Z1	14 PIN	40
Z2	8 PIN	25
Z3	14 PIN	40
Z4	14 PIN	40
Z5	8 PIN	25
Z6	8 PIN	25
Z7	16 PIN	40
Z8	8 PIN	25
TOTAL.....		2410

6.2. LISTA DE COMPONENTES DE LOS VUMETROS

COMPONENTE	VALOR/TIPO	PRECIO
R1	6K8	10
R2	6K8	10
P1	10K	35
P2	10K	35
C1	1 μ	30
C2	1 μ	45
C3	1 μ	30
C4	1 μ	45
D1	4148	10
D2	4148	10
D3	4148	10
D4	4148	10
D5	4148	10
D6	4148	10
D7	4148	10
D8	4148	10
IC1	TL082	150
Z1	8 PIN	25
VU L.	150 μ	1300
VU R.	150 μ	1300
TOTAL.....		3095

6.3. LISTA DE COMPONENTES DEL COMPROBADOR

<u>COMPONENTE</u>	<u>VALOR/TIPO</u>	<u>PRECIO</u>
R1	1K	10
R2	220K	10
R3	4K7	10
R4	330	10
R5	10K	10
R6	4K7	10
R7	1M	10
R8	1M	10
R9	390	10
C1	68n	30
C2	4n7	30
C3	2n2	30
C4	100n	30
C5	10 μ	45
C6	1 μ	45
C7	3n9	30
C8	100n	30
P1	10K	35
D1	LED	25
D2	4148	10

COMPONENTE	VALOR/TIPO	PRECIO
-----	-----	-----
D3	LED	25
T1	BC547B	40
T2	BC517	50
L1	1mH	50
IC1	567	175
Z1	8 PIN	25
	TOTAL.....	----- 795

6.4. LISTA DE COMPONENTES DE LA FUENTE DE ALIMENTACION

COMPONENTE	VALOR/TIPO	PRECIO
F1	0.5A	10
T1	220:15+15	3500
D1	BY255	60
D2	BY255	60
D3	BY255	60
D4	BY255	60
C39	22n	30
C40	22n	30
C41	22n	30
C42	22n	30
C43	1000 μ	125
C44	100n	30
C45	1000 μ	125
C46	100n	30
C47	100n	30
C48	47 μ	45
C49	100n	30
C50	47 μ	45
C51	100n	30
C52	47 μ	45

COMPONENTE	VALOR/TIPO	PRECIO
IC9	7812	125
IC10	7805	125
IC11	7912	125
DISIPADORES	3	50
	TOTAL.....	4830

6.5. LISTA DE COMPONENTES DE LA CAJA DE RACK

TIPO	CANTIDAD	PRECIO
CAJA RACK	1	5700
BNC CHASIS	1	325
RCA CHASIS	2	65
DIODO LED	1	25
PORTA LED	3	100
INTERRUPTOR	1	65
ENCHUFE	1	350
SOPORTES PLACA	16	15
	TOTAL.....	7135

El coste total del codificador es de 20689 pts.

BIBLIOGRAFIA

- RECOMENDACIONES E INFORMES DEL CCIR
CCIR
CCIR, 1978

- SISTEMAS DE TRANSMISION POR FM
Ernesto Béjar
Sistemas Electrónicos S.A., 1988

- AUDIOCICLOPEDIA, Tomos I y II
Howard M. Tremaine
Marcombo Boixareu Editores, 1977

- MANUAL DE AISLAMIENTO DE ISOVER
Isover
Isover, 1988

- INTERCLISA: MANUAL DE ACONDICIONAMIENTO
Jose Ignacio Puertas
Marcombo Boixareu Editores, 1983

- AUDIO ENGINEERING HANDBOOK
K. Blair Benson
McGraw-Hill Book Company, 1988

- CARACTERISTICAS ACUSTICAS DE RECINTOS PARA GRABACION SONORA
TOMOS I, II y III
Manuel Recuero López
Instituto Oficial de Radio y TV., 1984

- TEORIAS BASICAS PARA EL ESTUDIO DE LA ACUSTICA DE RECINTOS
Manuel Recuero López
E.U.I.T.T. Madrid, 1989

- LINEAR INTEGRATED CIRCUITS
National Semiconductors Corporation
National Semiconductors, 1987

- CARACTERISTICAS DE MATERIALES ABSORBENTES
Noisetec S.A.
Noisetec S.A., 1988

- PHILIPS: MANUAL DE ALUMBRADO
Philips Sevice
Paraninfo, 1983

- FREQUENCY ANALYSIS
R.B. Randall
Brüel & Kjaer, 1977

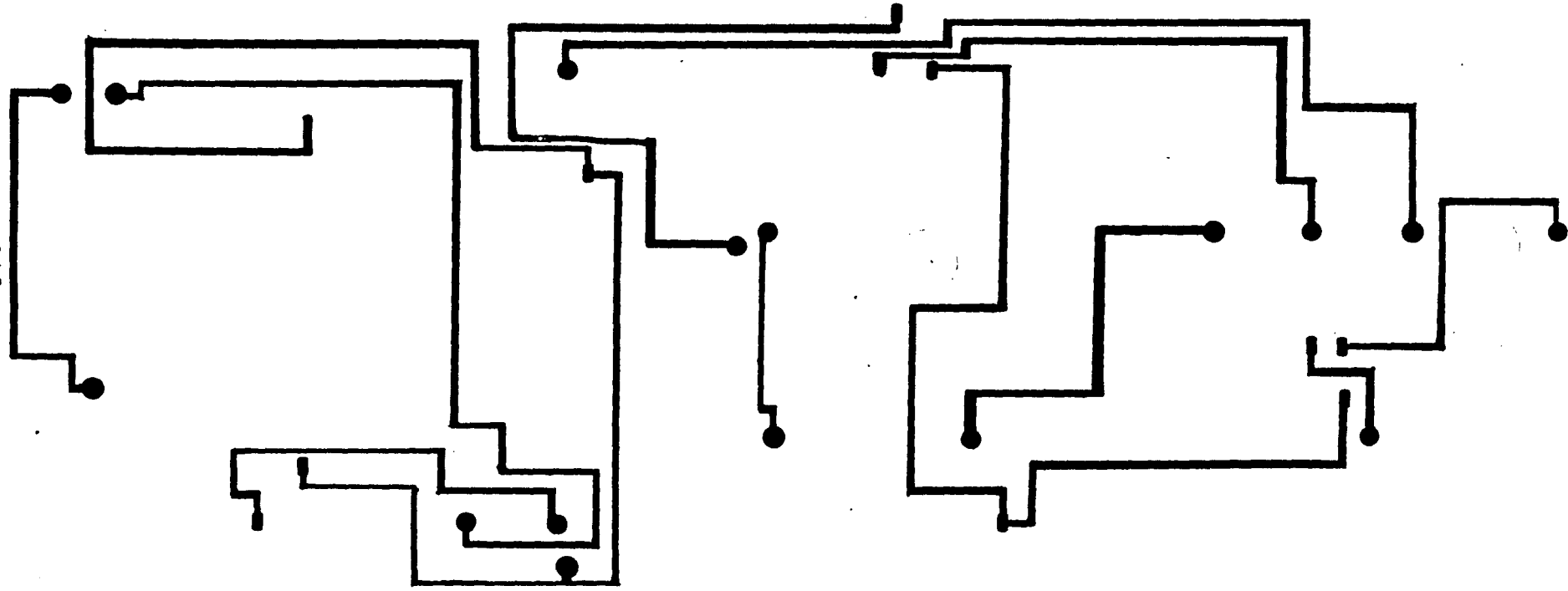
- LINEAR INTEGRATED CIRCUITS
Thomson Semiconductors
Commerot Grenoble, 1985

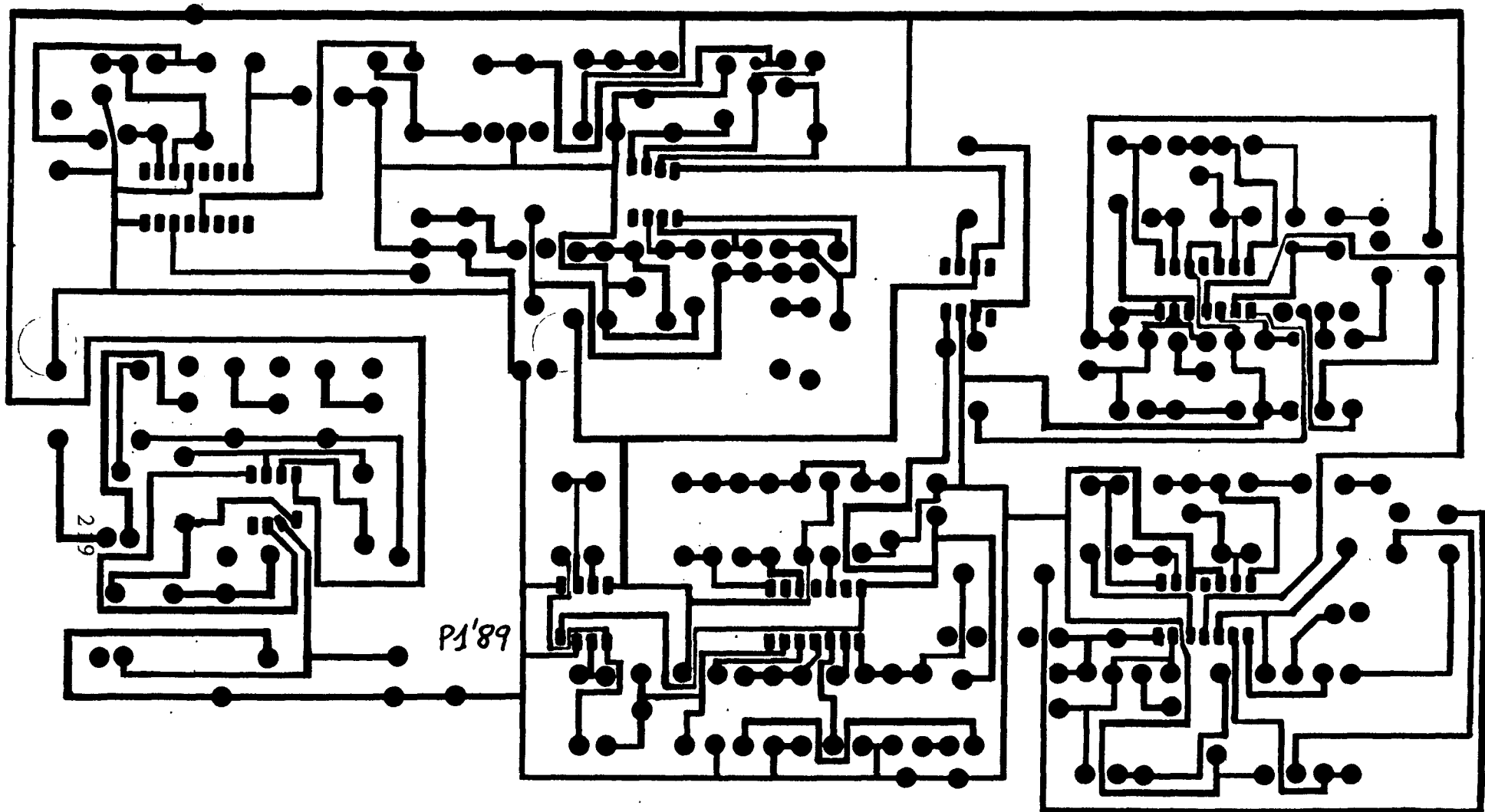
APENDICES

APENDICE A
PLACAS DE CIRCUITO IMPRESO

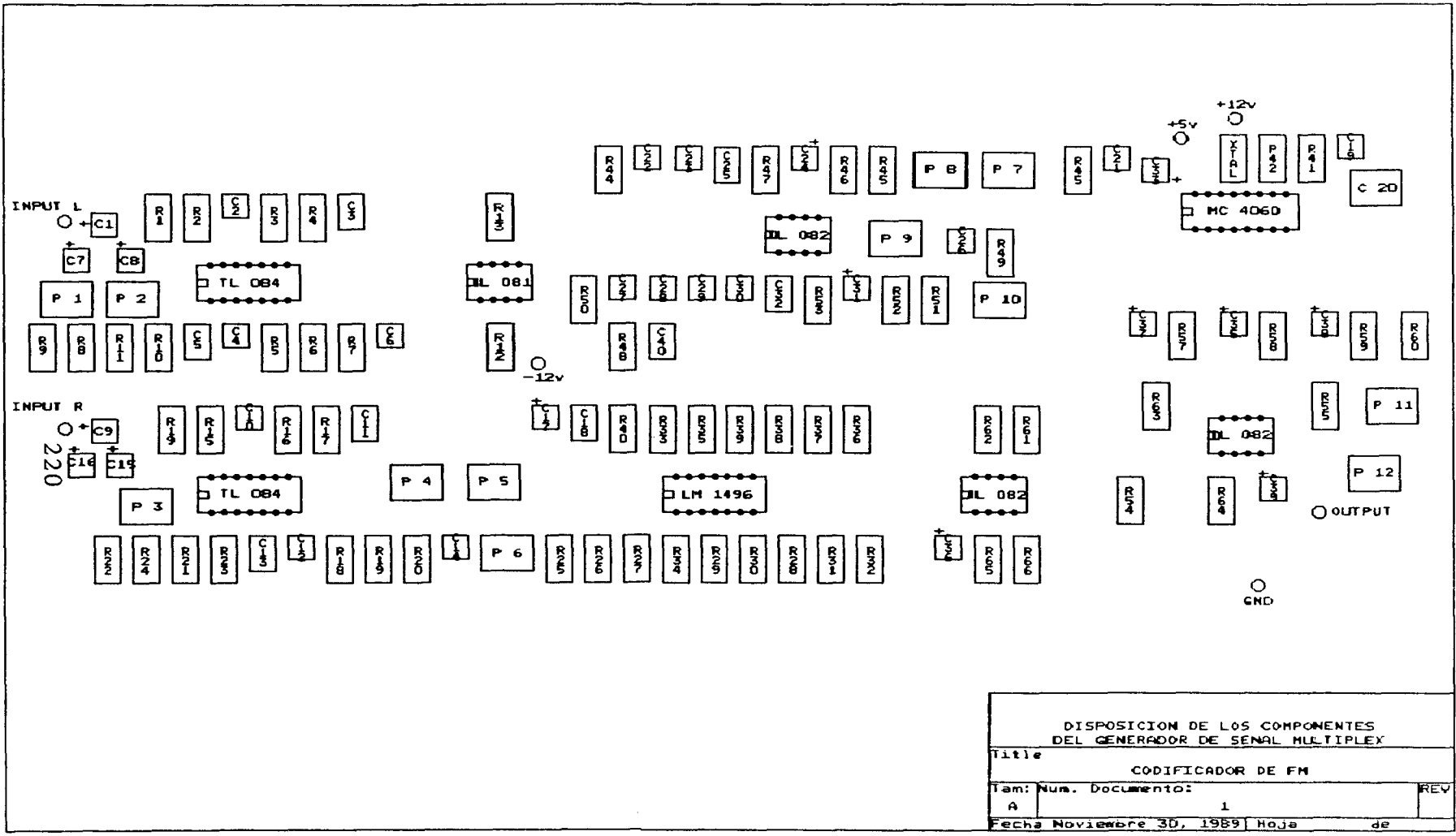


218

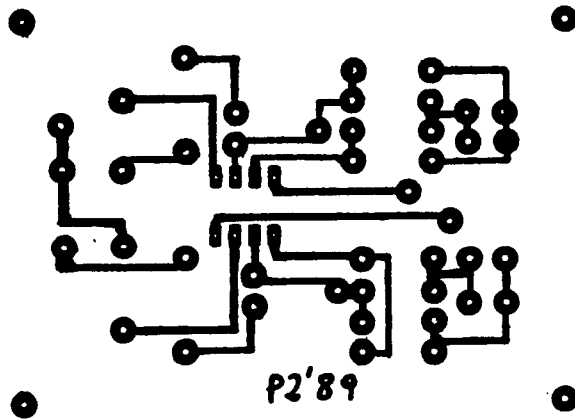


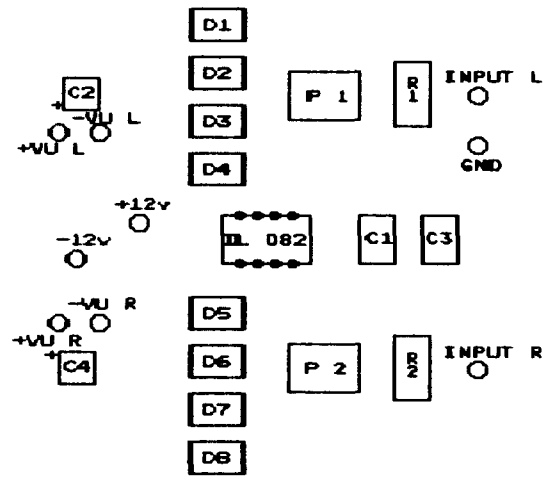


CIRCUITO - BAJO

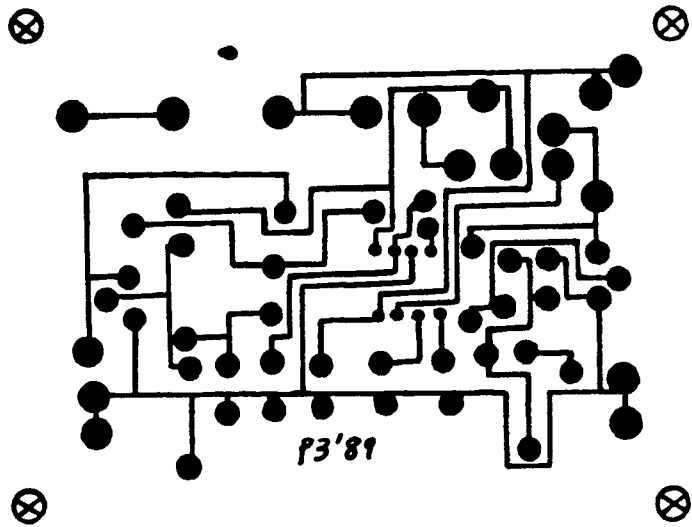


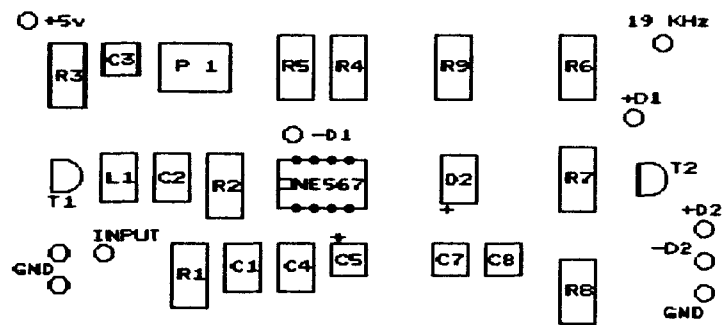
DISPOSICION DE LOS COMPONENTES DEL GENERADOR DE SENAL MULTIPLEX		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam: Num. Documento:		REV
A	1	
Fecha Noviembre 30, 1989		Hoja de



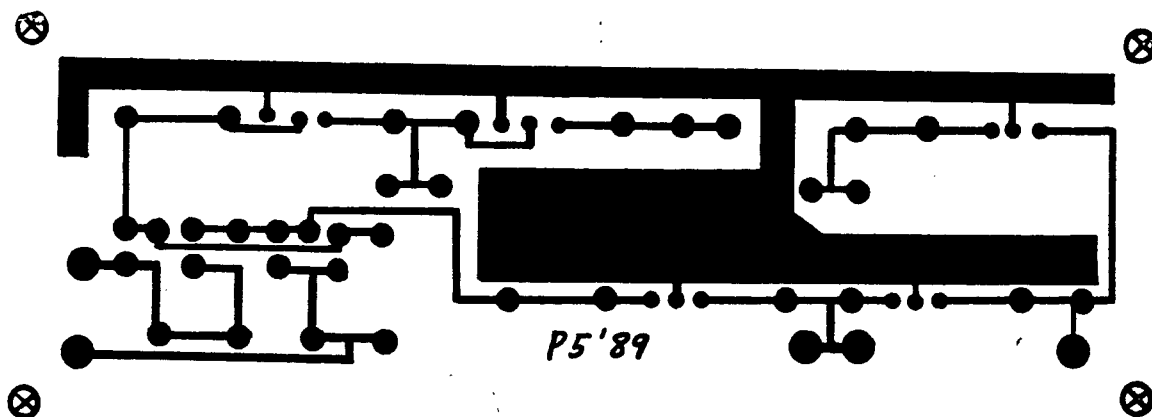


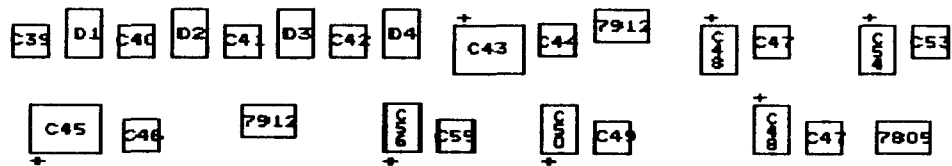
DISPOSICION DE LOS COMPONENTES EN LA PLACA DE VU METROS		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam: Num. Documento:		REV
A	2	
Fecha Noviembre 30, 1989		Hoja de





DISPOSICION DE LOS COMPONENTES EN LA PLACA DEL COMPROBADOR		
Title		
CODIFICADOR DE FM		
Tam: Num. Documento:		REV
A	3	
Fecha Noviembre 30, 1989		Hoja de





DISPOSICION DE LOS COMPONENTES
EN LA PLACA DE LA FUENTE

Title

CODIFICADOR DE FM

Tam: Num. Documento:

A

4

REV

Fecha Noviembre 30, 1989 Hoja de

APENDICE B
RECOMENDACIONES E INFORMES DEL CCIR

5.2 Para obtener una recepción *estereofónica* satisfactoria durante el 99% del tiempo, en las transmisiones que utilizan el sistema de frecuencia piloto y una excursión máxima de frecuencia de ± 75 kHz, dichas relaciones son las que se indican en la curva S2 de la fig. 1. En caso de interferencia constante, conviene garantizar una protección más elevada, indicada por la curva S1 de la fig. 1. Las relaciones de protección para valores importantes de la diferencia de frecuencia también figuran en el cuadro I.

5.3 En las relaciones de protección para la radiodifusión estereofónica se supone que el demodulador de modulación de frecuencia, va seguido de un filtro de paso bajo, destinado a reducir la interferencia y el ruido en frecuencias superiores a 53 kHz. Sin este filtro u otro sistema equivalente en el receptor, las curvas de las relaciones de protección para la radiodifusión estereofónica no pueden ser respetadas y por tanto pueden producirse interferencias importantes en los canales adyacentes o próximos.

Nota 1. — Al determinar las características requeridas del filtro, cuya respuesta de fase tiene cierta importancia para preservar la separación entre los canales en las audiofrecuencias elevadas, debe hacerse referencia al Informe 293-4, y en particular al cuadro I y a las figs. 2, 3 y 4.

Nota 2. — Las relaciones de protección en caso de interferencia constante, proporcionan una relación señal/ruido de aproximadamente 50 dB (valor eficaz ponderado, señal de referencia para la excursión máxima de frecuencia).

Nota 3. — Debe observarse que para una compresión de la modulación de la señal interferente de, por ejemplo 6 dB, puede ser necesario aumentar la relación de protección en 6 dB aproximadamente, cuando la diferencia entre las frecuencias es del orden de 100 kHz. Por lo tanto la utilización de una compresión de la modulación tendría por efecto el incremento de la interferencia causada a otras estaciones, especialmente para la mencionada separación de frecuencia de 100 kHz.

RECOMENDACIÓN 419

DIRECTIVIDAD DE LAS ANTENAS DE RECEPCIÓN EN RADIODIFUSIÓN SONORA Y EN TELEVISIÓN

(1963)

(El texto de esta Recomendación figura en la sección 11D del Volumen XI).

RECOMENDACIÓN 450

SISTEMAS ESTEREOFÓNICOS PARA LA RADIODIFUSIÓN CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA EN ONDAS MÉTRICAS

(1966)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que técnicamente es posible transmitir programas estereofónicos con un solo transmisor de modulación de frecuencia;
- b) que la introducción de estas transmisiones no debe alterar, en lo posible, ningún elemento de la calidad de la recepción monofónica actual;
- c) que estas transmisiones deben efectuarse de tal manera ²²⁸ que ofrezcan una audición estereofónica de alta calidad;
- d) que existen diferentes sistemas que responden a estas condiciones y que son compatibles en el sentido de la definición dada en la Cuestión 15/10;

- e) que se han realizado estudios teóricos y experimentales con varios de estos sistemas;
- f) que solamente en dos de estos sistemas se han obtenido resultados favorables en explotación (véase el Informe 300-4);
- g) que la normalización internacional favorecería el desarrollo de la radiodifusión estereofónica,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que las transmisiones estereofónicas en ondas métricas se realicen utilizando uno de los dos sistemas definidos por las especificaciones siguientes, que se refieren a las componentes de la señal que modula en frecuencia al transmisor:

1. Sistema de modulación polar

(Excursión máxima de frecuencia: ± 50 kHz o ± 75 kHz).

- 1.1 Una señal compatible *M*, igual a la semisuma de la señal «izquierda» *A* y de la señal «derecha» *B* determina una excursión de la portadora principal no superior al 80% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.
- 1.2 Se utiliza una señal *S* igual a la semidiferencia entre las señales «izquierda» y «derecha» para obtener las bandas laterales de modulación de amplitud de una subportadora parcialmente suprimida.
- 1.3 La frecuencia de la subportadora es 31,250 kHz \pm 2 Hz.
- 1.4 La profundidad máxima de modulación de la subportadora, antes de la supresión de ésta, es de un 80%.
- 1.5 La relación de supresión de la subportadora es -14 dB; la supresión se efectúa por un circuito resonante cuyo factor *Q* es igual a 100.
- 1.6 La subportadora residual determina una excursión de la portadora principal igual al 20% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.

2. Sistema de frecuencia piloto

(Excursión máxima de frecuencia: ± 75 kHz o ± 50 kHz).

- 2.1 Una señal compatible *M*, igual a la semisuma de la señal «izquierda» *A* y de la señal «derecha» *B*, determina una excursión de la portadora principal no superior al 90% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.
- 2.2 Se utiliza una señal *S* igual a la semidiferencia entre las señales «izquierda» y «derecha» para obtener las bandas laterales de modulación de amplitud de una subportadora suprimida. La suma de estas bandas laterales determina en la portadora principal una excursión máxima igual a la que produciría la misma señal *S* si se aplicase al canal *M*. Esta excursión máxima no excede del 90% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.
- 2.3 La frecuencia de la subportadora es igual a 38 000 \pm 4 kHz.
- 2.4 La subportadora residual determina una excursión de la portadora principal que alcanza como máximo el 1% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.
- 2.5 Una señal piloto de frecuencia igual a la mitad de la frecuencia de la subportadora determina una excursión de la portadora principal comprendida entre el 8% y el 10% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.
- 2.6 La preacentuación de la señal *S* es idéntica a la de la señal compatible *M*.
- 2.7 La relación de fase entre la señal piloto y la subportadora es tal que, cuando se modula el transmisor con una señal múltiple, en la cual *A* es positiva y *B* = -*A*, esta señal corta el eje de tiempos con una pendiente positiva cada vez que el valor instantáneo de la señal piloto es nulo. La tolerancia de fase de la señal piloto no debe exceder $\pm 3^\circ$ con relación a la condición anterior. Por otra parte, cuando la señal múltiple tiene un valor positivo, la excursión de la portadora principal es también positiva.
- 2.8 Si se desea transmitir al mismo tiempo que el programa estereofónico un programa monofónico adicional, y si la excursión máxima de frecuencia es ± 75 kHz, deben respetarse las siguientes especificaciones suplementarias:
 - 2.8.1 La señal múltiple estereofónica determina una excursión de la portadora principal no superior al 90% de la excursión máxima de una transmisión monofónica.
 - 2.8.2 La frecuencia instantánea de la subportadora suplementaria modulada en frecuencia está comprendida en la gama de 53 a 75 kHz.
 - 2.8.3 La modulación de la portadora principal por la subportadora suplementaria no debe ser superior al 10%.

Nota. - (Incluida a petición de la Administración Sueca). Los países que consideren esencial usar un sistema estereofónico capaz de transmitir dos programas monofónicos diferentes, cuando el equipo no se emplee para estereofonía (véase el Informe 300-4, punto 2.1.8) pueden igualmente tomar en consideración el sistema MF-MF de compresión-expansión, descrito en el punto 3.3 de este mismo Informe.

INFORME 300-4

RADIODIFUSIÓN ESTEREOFÓNICA

(Cuestión 15/10 y Programa de Estudios 15A-1/10)

(1963 - 1966 - 1970 - 1974 - 1978)

1. Introducción

Desde la XI Asamblea Plenaria del CCIR, Oslo, 1966, algunas administraciones y organismos de radiodifusión han efectuado trabajos teóricos y experimentales relativos a la radiodifusión estereofónica.

Como consecuencia de estos trabajos, en varios países se realizan transmisiones estereofónicas, destinadas al público, con un solo transmisor de modulación de frecuencia.

En el presente Informe se resume la situación actual en lo que se refiere a los sistemas de radiodifusión estereofónica, a base de los documentos enumerados en el anexo I.

2. Características primarias deseables

2.1 *Sistemas de radiodifusión estereofónica*

Las principales características deseables de todo sistema de radiodifusión estereofónica que utilice un solo canal de radiofrecuencia, son las siguientes:

2.1.1 El sistema ha de ser compatible, es decir, que debe poder recibirse en un receptor monofónico una transmisión estereofónica, sin reducción de calidad con respecto a la recepción de una transmisión monofónica normal.

2.1.2 El sistema debe permitir una audición estereofónica de alta calidad (véase el Informe 293-4).

2.1.3 Deben poderse fabricar receptores estereofónicos a un precio razonablemente económico.

2.1.4 La introducción de transmisiones estereofónicas en una estación de radiodifusión monofónica existente, no debe reducir de modo notable la zona de servicio de esa estación en la recepción monofónica.

2.1.5 La zona de servicio de la estación de radiodifusión en recepción estereofónica debe ser, en la medida de lo posible, la misma que corresponde a la recepción monofónica.

2.1.6 La protección contra las interferencias, necesaria en recepción estereofónica, no debe ser mucho mayor que la necesaria en recepción monofónica.

2.1.7 La introducción de transmisiones estereofónicas no debe requerir profundas modificaciones en los planes de asignaciones de frecuencia existentes.

2.1.8 Según ciertas administraciones, cuando no se utilice para la radiodifusión estereofónica, el sistema debe poder transmitir dos programas monofónicos diferentes, por ejemplo, comentarios en dos idiomas. No obstante, otras administraciones, aun cuando admiten lo deseable de esta característica, no la consideran fundamental.

2.2 *Sistemas multidimensionales de radiodifusión sonora*

Las principales características deseables de todo sistema que utilice un solo canal de radiofrecuencia y proporcione tres o más señales de audiofrecuencia, son las siguientes:

2.2.1 El sistema ha de ser compatible, es decir, que debe poder recibirse en receptores estereofónicos y monofónicos una transmisión de sonido multidimensional sin reducción de calidad con respecto a la recepción de una transmisión estereofónica o monofónica normal, respectivamente.

2.2.2 El sistema debe permitir una recepción de sonido multidimensional de alta calidad.

2.2.3 Deben poderse fabricar receptores de sonido multidimensionales a un precio razonablemente económico.

2.2.4 La introducción de transmisiones de sonido multidimensionales en una estación de radiodifusión estereofónica existente, no debe reducir de modo notable la zona de servicio de esa estación en la recepción estereofónica o monofónica.

2.2.5 La zona de servicio de la estación de radiodifusión en recepción de sonido multidimensional debe ser sustancialmente la misma que corresponde a la recepción estereofónica.

2.2.6 La protección contra las interferencias, necesaria en recepción de sonido multidimensional, no debe ser mucho mayor que la necesaria en recepción estereofónica.

2.2.7 La introducción de las transmisiones de sonido multidimensionales no debe requerir profundas modificaciones de los planes de asignaciones de frecuencia existentes.

3. Resultados de las pruebas de sistemas estereofónicos

3.1 Sistema de modulación polar

La U.R.S.S. ha realizado y puesto en explotación desde 1959 el sistema de radiodifusión estereofónica que utiliza una modulación polar con subportadora parcialmente suprimida. Este sistema asegura una alta calidad de reproducción y una buena compatibilidad con la radiodifusión monofónica.

En el periodo 1959-1964 se han realizado estudios complementarios y otras experiencias, y se han creado nuevos circuitos de decodificación. Resultado de todo ello ha sido una nueva mejora del sistema. Además, este sistema ha sido sometido a pruebas en el marco de la OIRT, habiéndose comprobado que proporciona una alta calidad en la recepción monofónica y en la recepción estereofónica. En su Recomendación N.º 45, la Comisión Técnica de la OIRT ha sugerido la utilización del sistema de modulación polar en los países miembros de la OIRT.

El sistema de modulación polar puede utilizarse con excursión máxima de frecuencia de ± 50 kHz y de ± 75 kHz y está definido por las especificaciones contenidas en la Recomendación 450.

3.1.1 Recepción monofónica compatible

Como consecuencia de las pruebas, la recepción monofónica compatible del sistema de modulación polar puede caracterizarse por los resultados siguientes, obtenidos a la salida de receptores domésticos corrientes:

3.1.1.1 Curva de respuesta en audiofrecuencia: idéntica a la del servicio monofónico.

3.1.1.2 Intermodulación S/M : -44 dB.

3.1.1.3 Distorsión armónica total: igual o ligeramente superior al valor en transmisión monofónica.

3.1.1.4 Diafonía no lineal S/M : mejor que -39 dB.

3.1.1.5 Relación señal/ruido (ponderado): de 1 a 2 dB peor que en la transmisión monofónica.

3.1.1.6 Relaciones de protección en radiofrecuencia: prácticamente iguales a los valores correspondientes a la recepción de una transmisión monofónica, tanto si la transmisión interferente es monofónica como estereofónica.

3.1.2 Recepción estereofónica

La recepción estereofónica del sistema de modulación polar puede caracterizarse por los resultados siguientes, obtenidos a la salida de receptores domésticos corrientes:

3.1.2.1 Curva de respuesta en audiofrecuencia: idéntica a la del servicio monofónico.

3.1.2.2 Diafonía lineal entre A y B:

de 300 Hz a 5 kHz: mejor que -30 dB,

de 60 Hz a 300 Hz y de 5 kHz a 10 kHz: mejor que -20 dB,

de 30 Hz a 60 Hz y de 10 kHz a 15 kHz: mejor que -12 dB.

3.1.2.3 Distorsión armónica total: no mayor del 1%.

3.1.2.4 Diafonía no lineal entre A y B: mejor que -39 dB.

3.1.2.5 Relación señal/ruido (ponderado): de 9 a 19 dB peor que en el servicio monofónico.

3.1.2.6 Relaciones de protección, en radiofrecuencia, respecto a los valores utilizados en transmisión monofónica, para una excursión de ± 50 kHz y en función de la separación (Δf) entre portadoras:

$\Delta f = 0$: aumento de unos 10 dB,

Δf comprendida entre 30 kHz y 60 kHz: aumento de unos 18 dB,

$\Delta f = 135$ kHz: sin modificación.

3.2 Sistema de frecuencia piloto

De 1959 a 1966, numerosos países han organizado independientemente estudios sobre un sistema de radiodifusión estereofónica, cuyas características en explotación real se indican en los puntos 3.2.1 a 3.2.5. Estos estudios comprendían análisis teóricos, pruebas en laboratorio, pruebas en servicio real y audiciones antes y después de la transmisión en radiofrecuencia, con el fin de evaluar subjetivamente la calidad, tanto en recepción estereofónica como en recepción monofónica compatible. Los resultados y conclusiones de esas pruebas se presentan en los documentos enumerados en el anexo I al presente Informe.

En Estados Unidos de América, las pruebas fueron organizadas por el «National Stereophonic Radio Committee» con la colaboración de numerosas empresas industriales. Se probaron seis sistemas, de los que sólo se retuvo el sistema de frecuencia piloto, que se puso en explotación regular en 1961.

En Europa, cinco organismos de radiodifusión han efectuado pruebas, que han sido coordinadas por la Unión Europea de Radiodifusión (UER); además, en la primera serie de mediciones tomaron parte siete laboratorios industriales. Se ensayaron diez sistemas y se estimó que el mejor era el de frecuencia piloto. Después se han efectuado pruebas más detalladas de este sistema. También se han realizado pruebas del sistema de frecuencia piloto en el marco de la OIRT, cuya Comisión Técnica sugirió en su Recomendación N.º 45 la utilización de este sistema en los países miembros de la OIRT.

Nueve países han introducido un servicio regular estereofónico utilizando el sistema de frecuencia piloto, por considerar que, en general, era éste el que mejor respondía a las condiciones enumeradas en el punto 2 del presente Informe.

El sistema de frecuencia piloto ha sido ensayado con excursiones máximas de frecuencia de ± 75 kHz y de ± 50 kHz. Se define por las especificaciones indicadas en la Recomendación 450.

3.2.1 *Recepción monofónica compatible*

Como consecuencia de las pruebas, la recepción monofónica compatible del sistema de frecuencia piloto, puede caracterizarse por los resultados que a continuación se indican, obtenidos a la salida de receptores domésticos corrientes:

- 3.2.1.1 Curva de respuesta en audiofrecuencia: idéntica a la del servicio monofónico.
- 3.2.1.2 Diafonía lineal *S/M*: -60 dB por debajo de 1 kHz; -44 dB entre 1 y 15 kHz.
- 3.2.1.3 Intermodulación *S/M*: igual o mejor que -40 dB.
- 3.2.1.4 Distorsión armónica total: igual o ligeramente superior al valor en transmisión monofónica.
- 3.2.1.5 Diafonía no lineal *S/M*: mejor que -40 dB.
- 3.2.1.6 Relación señal/ruido (ponderado): 66 a 76 dB para un nivel de entrada en el receptor de -54 dBmW.
- 3.2.1.7 Interferencia de batido: mejor que -50 dB.
- 3.2.1.8 Relaciones de protección en radiofrecuencia: aumento de 0 a 3 dB con relación a la transmisión monofónica, para separaciones entre portadoras de 0 a 300 kHz.
- 3.2.1.9 Sensibilidad a los efectos de propagación por trayectos múltiples: prácticamente equivalente a la de una transmisión monofónica.
- 3.2.1.10 Sensibilidad al ruido impulsivo: prácticamente equivalente a la de una transmisión monofónica.

3.2.2 *Recepción estereofónica*

La recepción estereofónica del sistema de frecuencia piloto puede caracterizarse por los siguientes resultados, obtenidos a la salida de receptores domésticos corrientes.

No obstante, se puede mejorar la mayoría de estos resultados utilizando una instalación receptora más perfeccionada y, principalmente, un decodificador, que comprenda:

- un filtro paso bajo inserto en el canal de la señal múltiple, con un corte bastante agudo por encima de 53 kHz;
- un filtro que atenúe las frecuencias no deseadas cerca de 19 kHz,
- un dispositivo limitador de la modulación de amplitud de la frecuencia piloto en los circuitos de reconstitución de la subportadora.

Las cifras que figuran entre paréntesis corresponden a receptores perfeccionados.

- 3.2.2.1 Curva de respuesta en audiofrecuencia: idéntica a la de un servicio monofónico.
- 3.2.2.2 Diafonía lineal entre *A* y *B*: mejor que -35 dB entre 100 Hz y 3 kHz; mejor que -20 dB entre 50 Hz y 100 Hz, y desde 3 kHz hasta 15 kHz con independencia del nivel de entrada del receptor.
- 3.2.2.3 Intermodulación entre *A* y *B*: -45 dB en 1 kHz, -30 dB en 15 kHz, (-45 dB entre 50 Hz y 15 kHz).
- 3.2.2.4 Distorsión armónica total: igual o ligeramente superior al valor en transmisión monofónica.
- 3.2.2.5 Diafonía no lineal entre *A* y *B*: mejor que -40 dB.
- 3.2.2.6 Relación señal/ruido (ponderado): de 58 a 64 dB para un nivel de entrada en el receptor de -54 dBmW.
- 3.2.2.7 Interferencia de batido: mejor que -50 dB.
- 3.2.2.8 Relaciones de protección en radiofrecuencia en función de la separación Δf entre portadoras:
 - $\Delta f = 0$: del mismo orden que el valor de 36 dB adoptado en transmisión monofónica;
 - $\Delta f = 50$ kHz: de 50 a 55 dB (42 dB); conviene, evidentemente, evitar la separación de 50 kHz en servicios estereofónicos;
 - $\Delta f = 100$ kHz: de 25 a 30 dB (17 dB), siendo 12 dB el valor adoptado en transmisión monofónica;
 - $\Delta f = 200$ kHz: igual o inferior al valor de 6 dB adoptado en transmisión monofónica.
- 3.2.2.9 Sensibilidad a los efectos de la propagación por trayectos múltiples; recepción satisfactoria cuando la relación señal directa/señal reflejada en la entrada del receptor es igual o superior a 16 dB. (Se puede obtener una mejora de hasta 20 dB por lo que respecta a la distorsión, si se inserta un filtro de paso bajo de 53 kHz a la salida del discriminador del receptor).

- 3.2.2.10 Sensibilidad al ruido impulsivo: recepción satisfactoria cuando la intensidad de campo es superior a un límite comprendido entre $250 \mu\text{V/m}$ y 1 mV/m , según las medidas legales adoptadas en los distintos países para la supresión de las interferencias.
- 3.2.3 *Transmisión y recepción de programas monofónicos independientes por los canales M y S con 15 kHz de anchura de banda en audiofrecuencia y profundidades máximas de modulación iguales*
- 3.2.3.1 Diafonía global (lineal y no lineal) S/M : -45 dB .
- 3.2.3.2 Diafonía global (lineal y no lineal) M/S : -55 dB .

Estos valores pueden aminorarse 10 dB o más en presencia de propagación por trayectos múltiples.

3.2.4 *Retransmisión directa de programas estereofónicos*

No se ha observado ninguna dificultad en el caso de tres enlaces en serie.

Se ha comprobado que con el sistema de frecuencia piloto se puede asegurar el intercambio internacional de programas estereofónicos de alta calidad por medio de un sistema de telecomunicaciones por satélite.

3.2.5 *Variante del sistema de frecuencia piloto*

En los Países Bajos se ha estudiado una variante del sistema de frecuencia piloto que utiliza una modulación de banda lateral única de la subportadora, con una amplitud vectorial igual al doble de la de las bandas laterales que se producen en el caso de la modulación normal de la subportadora, de tal suerte que la transmisión es compatible para los receptores estereofónicos que posean un decodificador por demodulación sincrónica. Esta variante podría tener interesantes aplicaciones en determinadas circunstancias, manteniendo al mismo tiempo los principios normales de recepción y decodificación.

3.3 *Sistema MF-MF de compresión-expansión en el canal S*

En los documentos enumerados en el punto 3 del anexo I al Informe 300-3 (Ginebra, 1974) (véase asimismo la nota del anexo I al presente Informe) se indican los resultados de pruebas de sistemas que emplean una compresión en el canal S en la transmisión y una expansión correspondiente en la recepción. Las pruebas se han efectuado con un sistema MF-MA, un sistema de frecuencia piloto y un sistema MF-MF. Los resultados han demostrado que el compresor-expansor suprime, en gran parte, el ruido en el canal S . Las últimas pruebas han demostrado, además, que sólo el sistema MF-MF permite obtener una diafonía suficientemente débil del canal S hacia el canal M cuando se transmiten dos programas monofónicos independientes. El sistema MF-MF se define por las siguientes especificaciones:

3.3.1 Una señal compatible M produce una excursión de la portadora principal que llega, como máximo, al 80% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica; en el caso de una transmisión de dos programas, la excursión es igual a la de la señal del primer programa; en el caso de una transmisión estereofónica, la señal M es igual a la semisuma de la señal «izquierda» A y de la señal «derecha» B .

3.3.2 Una señal S modula en frecuencia una subportadora; en el caso de transmisión de dos programas, la señal S es igual a la del segundo programa; en el caso de una transmisión estereofónica, la señal S es igual a la semidiferencia de las señales «izquierda» A y «derecha» B .

3.3.3 La frecuencia de la subportadora es igual a $33,3 \text{ kHz} \pm 100 \text{ Hz}$.

3.3.4 La excursión máxima de frecuencia de la subportadora es igual a $\pm 10 \text{ kHz}$.

3.3.5 La subportadora produce una excursión de la portadora principal entre el 18% y el 20% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.

3.3.6 La preacentuación de la señal S es idéntica a la de la señal compatible M .

3.3.7 Se inserta un compresor con una relación de transferencia de $2/1$ (en dB) en el canal S del transmisor, antes del circuito de preacentuación; este compresor posee constantes de tiempo iguales a 2 ms para el tiempo de establecimiento y a 20 ms para el tiempo de retorno.

3.3.8 Se inserta en el canal S del receptor, después del circuito de desacentuación, un expansor de características recíprocas a las del compresor.

3.3.9 En transmisiones estereofónicas, una señal A produce una excursión de frecuencia en el mismo sentido en la subportadora y en la portadora principal.

3.4 *Sistemas estereofónicos de radiodifusión en modulación de amplitud*

En [CCIR, 1974-78a] se describen cuatro métodos de radiodifusión estereofónica para utilizarlos en las bandas 5 y 6. Todos los sistemas descritos en ese documento emplean la modulación de amplitud convencional para la señal suma estereofónica, y la modulación angular de la misma frecuencia portadora para la señal diferencia. Difieren en la manera en que se genera la modulación y en la distribución resultante de la información audio en las bandas laterales de radiofrecuencia.

4. Empleo de compresión de la modulación

Utilizando métodos de compresión-expansión, puede lograrse una mejora de la calidad de la señal recibida o un aumento de la zona de cobertura de un transmisor. No obstante, puede producirse un incremento de la interferencia a otras estaciones y una reducción de la calidad del sonido, especialmente cuando se utilizan receptores no provistos de expansor. Incluso en algunas cadenas completas con dispositivos de compresión-expansión, puede haber cierta degradación de la calidad del sonido.

En [CCIR, 1974-78b] se dan resultados de pruebas de recepción efectuadas para determinar la calidad del sonido y la compatibilidad, utilizando un sistema de compresión-expansión. Se efectuaron las pruebas en monofonía, pues se esperaba que los resultados serían también válidos para estereofonía. Con un expansor especial, no se deterioró la calidad del sonido para ninguno de los diferentes tipos de programa experimentados. En condiciones de recepción con ruido, la calidad del sonido mejoró considerablemente para un programa con estructura de tipo intermitente (por ejemplo, piano). El grado de compatibilidad era bueno, pero se observó cierta reducción de la calidad del sonido para los tipos de programa de estructura intermitente. Se ha previsto efectuar otros estudios sobre el aumento de la relación señal/ruido que pueda lograrse y el nivel de interferencia a otras estaciones.

5. Resultados de las pruebas de sistemas de sonido multidimensionales

En [CCIR, 1970-74a] se describe una variante del sistema de frecuencia piloto en el que una modulación en cuadratura permite obtener un canal de sonido adicional *C* en combinación con los dos canales estereofónicos *A* y *B*. Así, el sistema puede transmitir tres señales de sonido separadas cuya demodulación puede efectuarse del mismo modo que en el sistema de frecuencia piloto. Con una anchura de la banda de base igual que para la estereofonía y eligiendo adecuadamente los niveles de la señal, el espectro ocupado en radiofrecuencia no se modifica, ni tampoco, por consiguiente, las relaciones de protección. Este sistema cumple con las especificaciones establecidas en el punto 2.8 de la Recomendación 450.

Pruebas subjetivas han demostrado que con tres canales separados y dirigiendo las tres señales *A*, *B* y *C* a cuatro altavoces a través de una matriz, de acuerdo con la posición de los micrófonos en el estudio, no se registran diferencias subjetivas apreciables con relación a la reproducción con cuatro canales separados.

En [CCIR, 1970-74b] se describe otra variante del sistema de frecuencia piloto, según la cual un transmisor con modulación de frecuencia transmite cuatro canales separados. Se emplea también la modulación en cuadratura de la subportadora normal suprimida de 38 kHz y además, la cuarta señal de audiofrecuencia modula una segunda subportadora suprimida de 76 kHz. Se indican dos métodos para distribuir las cuatro señales entre los diferentes canales de las subportadoras; la modulación de la subportadora de 76 kHz puede efectuarse en doble banda lateral o en banda lateral única (banda inferior).

En [CCIR, 1974-78c] se describe la compatibilidad estereofónica y monofónica de dos sistemas de radiodifusión cuadrifónica de uso corriente en Estados Unidos de América. En ambos sistemas las señales radiofónicas se codifican en dos canales de audio, que pueden transmitirse, sin modificación del sistema de frecuencia piloto normal. Los receptores monofónicos y estereofónicos permiten su recepción con la calidad que se indica en este documento, en tanto que los provistos de un decodificador cuadrifónico apropiado reproducen la grabación cuadrifónica original.

En [CCIR, 1974-78d] se indican los estudios realizados sobre las propiedades fundamentales de la audición que intervienen en los aspectos subjetivos de los sistemas de sonido multidimensionales, y se incluye una propuesta de un sistema de radiodifusión cuadrifónica denominado Matrix H, que codifica las señales de audiofrecuencia de entrada en dos canales de audiofrecuencia para su distribución y transmisión. En el receptor, estas señales pueden reproducirse directamente en estereofonía (o monofonía), o decodificarse para reproducirse en cuadrifonía. Se ha demostrado con numerosos ensayos y cálculos realizados en el Reino Unido que Matrix H reúne las características de base relacionadas en el punto 2.2.

6. Conclusiones

Si se consideran las características deseables de un sistema de radiodifusión estereofónico enumeradas en el punto 2.1 del presente Informe, y si se tienen en cuenta los resultados señalados en los documentos enumerados en el anexo I, se verá que el sistema de modulación polar y el sistema de frecuencia piloto presentan, en explotación real, características satisfactorias en lo que respecta a las condiciones de los puntos 2.1.1 (compatibilidad), 2.1.2 (calidad), 2.1.4 (zona de servicio monofónico), 2.1.5 (zona de servicio estereofónico), 2.1.6 (protección contra la interferencia) y 2.1.7 (asignaciones de frecuencias). Por otro lado, la experiencia en fabricación industrial de los países en que los sistemas se explotan, demuestra que los receptores estereofónicos correspondientes responden a la condición del punto 2.1.3 (precio razonable).

Por estas razones y aun cuando subsisten ciertas dificultades en cuanto a la condición del punto 2.1.8 (transmisión de programas independientes), la Comisión de Estudio 10 estima que para el servicio estereofónico pueden utilizarse el sistema de modulación polar o el sistema de frecuencia piloto, como se indica en la Recomendación 450.

ANEXO I

DOCUMENTOS RECIENTES SOBRE SISTEMAS DE
RADIODIFUSIÓN ESTEREOFÓNICA

Nota. — La lista completa de los documentos del CCIR sobre radiodifusión estereofónica, periodos comprendidos entre 1963 y 1970, figura en el Volumen X de la XIII Asamblea Plenaria, Ginebra, 1974, págs. 124 y 125.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1970-74]: a. 10/52 (Países Bajos); b. 10/44 (Estados Unidos de América).

[1974-78]: a. 10/279 (Estados Unidos de América); b. 10/114 (Suecia); c. 10/54 (Estados Unidos de América); d. 10/266 (Reino Unido).

BIBLIOGRAFÍA

BAUER, B. B. [diciembre de 1976] Quadraphony: Matrixing and compatibility. *EBU Review (Technical)*, 160.

MIDDLEKAMP, L. C. y otros [agosto de 1977] A subjective evaluation of FM quadraphonic reproduction systems — listening tests. United States Federal Communications Commission, Laboratory Division, Project No. 2710-1.

ROBINSON, D. P. [junio de 1973] Dolby B-type noise reduction for FM Broadcasts. *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 21, 5, 351.

INFORME 620

COMPATIBILIDAD DE UNA SEÑAL MONOFÓNICA
OBTENIDA DE FUENTES ESTEREOFÓNICAS

(Programa de Estudios 15C/10)

(1974)

En [CCIR, 1970-74] se indican algunas de las dificultades que pueden presentarse cuando se obtiene una señal monofónica combinando los canales *A* y *B* de una cinta magnética estereofónica. Por ejemplo, el defecto de alineación y el sesgo de la cinta pueden causar errores de fase que se traducirán en una cancelación total de la señal monofónica en las frecuencias más altas. El defecto de alineación puede compensarse, hasta cierto punto, mediante un ajuste de la orientación de las cabezas, que represente una solución de compromiso.

Se sugiere examinar más detenidamente las posibles soluciones del problema.

Esta misma cuestión se aborda en el Informe 293-4 [Hoeg y Arnold, 1963].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HOEG, W. y ARNOLD, P. [1963] Efectos producidos por las diferencias de nivel y de fase entre dos canales estereofónicos (en alemán). *Tech. Mitteil. RFZ*, 4, 171.

Documento del CCIR

[1970-74]: 10/9 (Estados Unidos de América).

RECOMENDACIÓN 467

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS TRANSMISIONES
DE RADIODIFUSIÓN ESTEREOFÓNICA CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA
QUE HAN DE SER CONTROLADAS

Sistema de frecuencia piloto

(Cuestión 16/10, Programa de Estudios 16A/10)

(1970)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

235

1. Que durante la transmisión de los programas se utilicen instrumentos de medida que indiquen el porcentaje de cresta de modulación de la portadora principal por:

1.1 El canal principal *M*.

- 1.2 El canal de la subportadora de estereofonía *S*.
- 1.3 La señal piloto.
- 1.4 Todas las señales especificadas en la Recomendación 450, transmitidas simultáneamente.
2. Que se midan además, durante los periodos de prueba y de ajuste, las características siguientes:
 - 2.1 Respuesta amplitud/frecuencia de cada uno de los canales *M*, *A* y *B*.
 - 2.2 Distorsión armónica en cada uno de los canales *A* y *B*.
 - 2.3 Relación señal/ruido en cada uno de los canales *A* y *B*.
 - 2.4 Atenuación de la diafonía entre los canales *A* y *B*.
 - 2.5 Diafonía debida al canal principal, *M*, en el subcanal de estereofonía, *S*, y la debida al subcanal de estereofonía, *S*, en el canal principal.
 - 2.6 Valor de la frecuencia de la señal piloto.
 - 2.7 Grado de supresión de la subportadora.
 - 2.8 Fase de la subportadora con relación a la señal piloto.
 - 2.9 Modulación de amplitud parásita involuntaria total de la portadora principal.

INFORME 463-2

TRANSMISIÓN DE VARIOS PROGRAMAS RADIOFÓNICOS O DE OTRAS SEÑALES EN RADIODIFUSIÓN SONORA CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA

(Cuestión 17-2/10)

(1970 - 1974 - 1978)

1. Introducción

Dada la creciente necesidad en casi todo el mundo de un número mayor de programas, conviene examinar las actuales normas de radiodifusión para determinar si, modificándolas, podría obtenerse una mejor utilización de las bandas de frecuencias disponibles. En los sistemas de modulación de frecuencia se utiliza una gran anchura de banda para proporcionar un servicio de calidad excepcional; pero se ha comprobado que se pueden agregar otros servicios de radiodifusión sin reducir, de modo significativo, la calidad de los programas. Este hecho es importante cuando la demanda de servicios adicionales de radiodifusión puede obligar a considerar de nuevo la cuestión de las normas.

2. Condiciones que han de reunir los aparatos de comprobación y de prueba

El principal objeto de los aparatos de comprobación de las subportadoras suplementarias es el siguiente:

- disponer de un instrumento para utilizarlo en la explotación normal y en los ajustes diarios de la estación de radiodifusión;
- proporcionar un medio de probar el estado del sistema transmisor.

Teniendo en cuenta estas necesidades, adquieren interés los siguientes factores:

- profundidad de modulación de la portadora principal por la subportadora;
- frecuencia central de la subportadora;
- espectro de la subportadora modulada;
- diafonía y ruido;
- distorsión, respuesta-frecuencia o proporción de errores, según el caso.

3. Sistemas que utilizan una o más subportadoras para programas radiofónicos suplementarios

El análisis del funcionamiento con subportadora suplementaria [CCIR, 1966-69a] revela que el uso de una subportadora de modulación de frecuencia proporciona la mejor relación señal/ruido para una amplitud dada de subportadora. Aunque el estudio teórico de la diafonía no figura en el presente Informe, el análisis cualitativo (abonado por la experiencia adquirida en el empleo de subportadoras) demuestra que el sistema de modulación con la mejor relación señal/ruido presenta también la menor diafonía cuando no varían otros parámetros del sistema.

Eligiendo la frecuencia subportadora más baja posible, se obtendrá la mejor relación señal/ruido en el canal suplementario de subportadora. Sin embargo, conviene que la frecuencia de la subportadora sea lo suficientemente alta para impedir batidos audibles. La elección de una frecuencia de subportadora aún más elevada, reduciría la probabilidad de diafonía, pero disminuiría inútilmente la relación señal/ruido.

- 3.1 En el Informe 300-4 se describe un sistema MF-MF de compresión-expansión de amplitud en el canal S.
- 3.2 En [CCIR, 1966-69b] se describe un sistema MF-MF cuyas características técnicas son las siguientes: frecuencia de la subportadora, 67 kHz; la excursión máxima de la portadora principal debida a esta subportadora es de $\pm 7,5$ kHz en transmisión estereofónica y $\pm 11,25$ kHz en transmisión monofónica; audiofrecuencia de modulación más elevada del canal suplementario, 6 kHz.
- 3.3 En [CCIR, 1966-69c] se dan los resultados de pruebas que demuestran que se puede transmitir simultáneamente un programa por el canal principal y un segundo programa utilizando una subportadora complementaria, y que la respuesta en frecuencia puede ser tan buena y la distorsión del canal complementario tan baja, como en el canal principal. La frecuencia de la subportadora empleada en las pruebas fue de 58 kHz y la excursión de la portadora principal por la subportadora fue de ± 15 kHz, mientras que la excursión máxima de la subportadora alcanzaba ± 12 kHz. Los valores de diafonía obtenidos fueron -70 dB como mínimo para el canal principal, y aproximadamente -50 dB para el canal complementario.
- 3.4 En [CCIR, 1966-69d] se describe un sistema de transmisión de cuatro programas de sonido suplementarios en radiodifusión de modulación de frecuencia. Las frecuencias de las cuatro subportadoras son de 70,75 kHz, 55,25 kHz, 39,75 kHz y 24,25 kHz; la excursión máxima de la portadora principal debida a la modulación por el conjunto de las cuatro subportadoras es de 22,5 kHz; la audiofrecuencia de modulación más elevada para cada subportadora es de 3 kHz.
- 3.5 Un sistema similar de MF-MF que provee dos programas suplementarios se describe en [CCIR, 1966-69e]. La primera subportadora tiene una frecuencia de 33,3 kHz y lleva el segundo programa como se describe en el Informe 300-4. Un tercer programa se transmite por una segunda subportadora de 66,6 kHz. Esta segunda subportadora, que tiene una excursión de ± 8 kHz, determina la excursión de la portadora principal, que es de ± 3 kHz. La gama de audiofrecuencia es de 40 a 5000 Hz. El sistema incluye un compresor-expansor con las características mencionadas en el punto 3.1. La diafonía es mejor que -70 dB para el primer y segundo canales y mejor que -60 dB para el tercero (con 100% de modulación en el tercero y 30% en los otros, la diafonía resultó inferior a 45 dB).
- 3.6 En [CCIR, 1970-74a] se describe un sistema para dos programas radiofónicos, cuyo canal suplementario sólo puede recibirse con los receptores de alta calidad que alimentan los sistemas de distribución por cable. La excursión máxima de la portadora principal producida por el primer programa es de ± 40 kHz (80% de la excursión máxima del sistema). La frecuencia de la subportadora es de 62,5 kHz, y está modulada en frecuencia con una excursión máxima de ± 30 kHz. El nivel de la subportadora varía, produciendo excursiones de ± 15 kHz de la portadora principal, durante los periodos sin modulación, que se reducen a un valor mínimo de ± 6 kHz (8 dB) para un índice de modulación del 100%. El nivel de diafonía provocado en el primer canal por el segundo canal es superior a 55 dB, y el nivel en el segundo canal debido al primer canal es inferior a 50 dB. Se calcula que entre los dos canales hay una diferencia de sensibilidad a las interferencias de 18 dB. Puede reducirse este valor a 5 dB si la anchura de banda de audiofrecuencia del segundo canal se reduce de 15 a 6 kHz y se emplean antenas muy directivas. Se dan más amplios detalles en los documentos mencionados en la bibliografía.
- 3.7 En [CCIR, 1974-78a] se describe un sistema para la transmisión de dos programas radiofónicos, el segundo de los cuales ha de poderse recibir con receptores de MF equipados con un sencillo discriminador adicional. Mientras que la señal radiofónica principal compatible produce una excursión de la portadora igual al 80% de la excursión máxima del sistema, para la excursión de la subportadora (frecuencia: 41 kHz) puede adoptarse un valor de hasta un 20%.

La anchura de banda de audiofrecuencia de la señal del segundo programa radiofónico está limitada a 6,5 kHz; con una preacentuación de 100 μ s, la excursión de la subportadora es de ± 7 kHz. En tanto que la diafonía del canal radiofónico principal es despreciable, la diafonía en el canal suplementario se considera suficientemente baja para los servicios especiales de radiodifusión. El sistema descrito utiliza sólo frecuencias de modulación de hasta 54,5 kHz, lo que permite otras aplicaciones adicionales en frecuencias superiores a este límite.

- 3.8 En las primeras cinco páginas de [CCIR, 1966-69f] se describe un sistema de radiodifusión con multiplexaje por distribución de frecuencia, en el que se emplea una modulación de tipo banda lateral única para la subportadora y una frecuencia piloto de 20,8 kHz.

En una de las pruebas efectuadas se han podido obtener cuatro canales, siendo 15 kHz la más elevada frecuencia de modulación de los primeros dos canales, 10 kHz la del tercero y 6 kHz la del cuarto (programas hablados).

El citado documento expone asimismo los resultados obtenidos con un sistema de dos canales, esto es, un canal principal y un canal secundario, en el que la frecuencia de la subportadora era de 31,25 kHz. Estos resultados se han conseguido con receptores ordinarios provistos de decodificadores para los dos canales en cuestión.

- 3.9 En [CCIR, 1970-74b] se describe un sistema que, ^{2,87} permite transmitir un máximo de ocho canales suplementarios de baja calidad, empleando para cada uno modulación de banda lateral única con portadora suprimida. Las frecuencias correspondientes están comprendidas en la banda de 64 kHz a 100 kHz, de modo que se eviten interferencias con la señal estereofónica que va hasta 53 kHz.

4. Sistemas que utilizan una o más subportadoras para transmitir información suplementaria

Se prevé cierto número de aplicaciones para transmitir distintos tipos de información, aparte del programa principal, que puede estar relacionada con este programa, aunque no necesariamente. Tales aplicaciones comprenden el control de los receptores, el funcionamiento de dispositivos de presentación incorporados en el receptor, o de algún dispositivo de presentación separado, con un receptor de televisión. Además, el organismo de radiodifusión puede emplear el sistema para fines de comprobación técnica.

En trabajos anteriores se había llegado a la conclusión de que la mejor manera de transmitir el sonido consistía en recurrir a la modulación de frecuencia de una subportadora. Si bien este método puede utilizarse también para otros tipos de información, trabajos más recientes [CCIR, 1974-78b, c] han demostrado que, si la información puede codificarse digitalmente, pueden ser preferibles otras formas de modulación. Deberían emprenderse estudios suplementarios para examinar toda posibilidad de utilizar una norma de transmisión común para distintas aplicaciones.

4.1 La recepción a bordo de automóviles exige la modificación frecuente de la sintonización y resultaría particularmente útil un dispositivo de control automático de sintonía. En [CCIR, 1966-69g] se describen las primeras pruebas realizadas empleando subportadoras suplementarias para el control automático de sintonía de los receptores de automóvil cuando se pasa de la zona de servicio de un transmisor a la de otro.

4.2 Convendría utilizar un dispositivo de control automático de volumen del receptor para obtener un nivel sonoro satisfactorio para diversos programas, en función de las preferencias individuales. En [CCIR, 1970-74c] se exponen ideas preliminares sugiriéndose el empleo de una subportadora adicional con una modulación adecuada para identificar el programa.

4.3 Para el control individual de la dinámica en la recepción, que podría resultar a menudo de utilidad teniendo en cuenta las diferencias de ruido ambiental según los lugares de escucha (por ejemplo, casas o automóviles), la señal del programa podría transmitirse juntamente con una señal separada de control que indicara el grado de compresión. Podrían construirse los receptores de manera que utilizaran dicha señal para ajustar la expansión en el grado deseado por cada oyente. Se informa de las primeras impresiones sobre la aplicación de dicho sistema en [CCIR, 1970-74c, d].

En [CCIR, 1970-74e] se describen las mediciones efectuadas en uno de estos sistemas en el que una subportadora de 66,7 kHz está modulada en frecuencia por la señal de control. Los resultados obtenidos fueron alentadores.

4.4 En [CCIR, 1970-74f] se describe un sistema de identificación que se utiliza en una red de radiodifusión que transmite informaciones de tráfico. Se dan resultados de las pruebas prácticas realizadas. La información de tráfico se transmite en la forma normal. Los oyentes que deseen sintonizar automáticamente sus receptores, disponen de tres señales de control diferentes. Se utiliza una subportadora de 57 kHz (véase el punto 5.3) como señal de identificación de las redes que transmiten información sobre tráfico. Esta subportadora está modulada en amplitud. Una de las seis posibles frecuencias de modulación de la gama de 23 Hz a 54 Hz indica la zona de tráfico. Se utiliza una frecuencia de modulación de 125 Hz para silenciar el receptor y sólo está presente durante las transmisiones de boletines de tráfico. La práctica de explotación ha mostrado que, incluso en condiciones difíciles de recepción, se ha obtenido un alto grado de confiabilidad, tanto en las funciones de control como en la recepción del sonido. No se observó interferencia mutua entre señales de identificación y canales monofónicos o estereofónicos.

4.5 En [CCIR, 1974-78b y d] se describe un sistema de transmisión que conviene para diferentes aplicaciones. Sus características son las siguientes:

Frecuencia de la subportadora:	57 kHz, enganchada en fase con la frecuencia piloto y con cruce simultáneo del eje de tiempo
Método de modulación:	MDP diferencial bivalente, con codificación de datos binarios a 1187,5 baudios
Excursión de cresta de la frecuencia de la portadora principal:	± 3 kHz
Estructura de la trama:	Bloques de 16 bits de información y 10 bits de control (con posibilidad de corregir una ráfaga de errores por bloque de 5 bits de longitud máxima)
Sincronización:	Una palabra de 8 bits (una vez, por lo menos, cada 10 bloques) para iniciar el procedimiento de sincronización en el receptor.

4.6 En [CCIR, 1974-78e] se dan argumentos para la transmisión suplementaria de una señal digital de identificación de programa (SIP) en radiodifusión MF. Para esta señal SIP alfanumérica, se indica una velocidad binaria de 1000 bits/s y una velocidad de repetición de mensajes de cinco por segundo. Durante los primeros experimentos, la señal SIP se transmitió mediante manipulación por desplazamiento de frecuencia en la banda de frecuencias de 65 a 67 kHz. Para una excursión de la portadora principal de ± 1 kHz, los resultados experimentales y prácticos indicaron que con receptores bien diseñados y bien sintonizados no se percibía interferencia audible en recepción monofónica o estereofónica, y que la proporción de errores de la señal SIP era aceptable.

En [CCIR, 1974-78c] se describe otra posibilidad de transmisión suplementaria de una señal SIP en radiodifusión MF. Se transmite esta señal SIP por MDP de una frecuencia subportadora de 16,625 kHz, exactamente igual a 7/8 de la señal piloto y enganchada en fase con ésta; la subportadora se sitúa aproximadamente a medio camino entre la gama audible más alta y la señal piloto. Se escoge el valor de ± 250 Hz para la excursión de la señal MDP en la portadora principal, 30 dB por debajo del valor recomendado para la señal piloto. Para tensiones de entrada al receptor de unos $6 \mu\text{V}$ (a través de 60 ohmios) y una velocidad binaria de 600 bits/s, los resultados experimentales indican que se obtuvo una presentación confiable de la señal SIP alfanumérica, sin que se percibiera interferencia audible en recepción monofónica o estereofónica. Para tener una señal SIP en transmisión monofónica, es necesario mantener la señal piloto como referencia para la demodulación; no obstante, es posible reducir la excursión a $\pm 2,5$ kHz.

4.7 En [CCIR, 1970-74g] se describe el uso de una subportadora suplementaria para la transmisión simultánea de información gráfica y sonora. La parte del sistema destinada a la presentación gráfica permite la transmisión de mensajes manuscritos, diagramas, mapas y croquis en tiempo real. Las coordenadas están determinadas por una frecuencia en la gama de 1310 a 1490 Hz para los desplazamientos verticales, y de 2060 a 2340 Hz para los desplazamientos horizontales. Al escribir, las señales de coordenadas son moduladas en amplitud por una frecuencia doble de la frecuencia de la red de energía eléctrica. La modulación en frecuencia de una portadora de 5100 Hz permite el multiplaje por distribución de frecuencia de un canal de audiofrecuencia de 200 a 2000 Hz y del canal de señales gráficas. La señal suma, modula una subportadora en frecuencia como se indica en el punto 2.8 de la Recomendación 450. La transmisión de información sonora puede asociarse o no a la información gráfica, según desee el usuario. El sistema es útil sobre todo para fines educativos. La información completa puede registrarse en una cinta magnética del tipo utilizado en audiofrecuencia.

4.8 En [CCIR, 1970-74h] se describe la transmisión de señales de televisión mediante una subportadora modulada en frecuencia, empleando el muestreo de la exploración para reducir la anchura de la banda de video a la de una banda de audiofrecuencias. El sistema de transmisión consiste en una cámara Vidicon, un convertidor de exploración, un generador de subportadora y un transmisor modulado en frecuencia. El sistema receptor consiste en un demodulador de subportadora, un convertidor de exploración y un monitor de video. La anchura de banda de la señal de salida corresponderá a la mitad de la frecuencia de línea de la señal de banda ancha de entrada. Una frecuencia de línea de 15 750 Hz dará aproximadamente una anchura de banda de 8 kHz. El periodo de transmisión de la imagen utilizada para una anchura de banda de 8 kHz es de 7 s. Para un periodo de transmisión de la imagen de 14 s, bastará con una anchura de banda de 4 kHz.

5. Diafonía introducida por programas radiofónicos adicionales u otras señales suplementarias en los canales estereofónicos

5.1 La referencia [CCIR, 1974-78f] contiene resultados típicos de medida de la diafonía por la subportadora suplementaria en el canal *M* y en el canal *S* de una cadena de transmisión. Aconseja la limitación de la excursión de la subportadora de 67 kHz a ± 4 kHz cuando se haga uso de ella en transmisiones estereofónicas.

5.2 En [CCIR, 1970-74i] se pone de relieve la dificultad de impedir la diafonía causada por los canales de subportadoras conformes a las especificaciones del punto 2.8 de la Recomendación 450. Los receptores en los que el filtrado entre la señal múltiple estereofónica y las señales adicionales es insuficiente experimentarán diafonía en el programa estereofónico. Las administraciones que no utilicen actualmente canales adicionales, debieran tener en cuenta esta posibilidad de interferencia antes de iniciar estos servicios.

5.3 En [CCIR, 1970-74j] se indica que resultará tolerable una portadora adicional cuya frecuencia sea tres veces superior a la frecuencia de la señal piloto y sincronizada en fase con ella. En tal caso, la excursión de la portadora principal causada por la subportadora puede ser bastante elevada ($\pm 7,5$ kHz). Esta subportadora puede servir, por ejemplo, para identificar un programa determinado (por ejemplo, un programa de información sobre la circulación por carretera).

5.4 En [CCIR, 1974-78d y b] se indican los resultados experimentales con varias subportadoras y tipos de modulación. Según esos documentos, una subportadora suplementaria cuya frecuencia sea el triple de la señal piloto y con la que esté enganchada en fase, produce una interferencia mínima en los receptores estereofónicos actuales. Se indica también en los documentos que con esa subportadora puede producirse interferencia en los receptores que emplean la técnica del bucle de enganche de fase para reinsertar la portadora de 38 kHz. La fase de dicha portadora se verá modificada por la subportadora suplementaria modulada, salvo si el espectro de la señal moduladora está por encima de la anchura de banda del filtro en el bucle de enganche de fase. Estas alteraciones de la fase modifican la amplitud de la señal *S* demodulada, lo que se traduce en un aumento de la diafonía de *A* a *B* y en una intermodulación entre la señal *S* demodulada y la señal moduladora de la subportadora adicional.

6. Problemas en radiofrecuencia

Quando se introducen por multiplaje señales adicionales en el programa principal monofónico o estereofónico, deben tenerse en cuenta ciertos efectos que se producen en radiofrecuencia. Entre ellos, hay una posible modificación de la relación de protección requerida y un posible aumento de la sensibilidad a los efectos perjudiciales de los trayectos múltiples. Se insta, pues, a las administraciones que propongan sistemas que necesiten emplear subportadoras adicionales, a que comuniquen esa información.

Los estudios sobre posibles modificaciones de la relación de protección deberían examinar el caso en que la transmisión deseada es estereofónica y la transmisión no deseada comprende subportadoras adicionales, así como el caso en que ambas transmisiones comprenden subportadoras adicionales. Se necesita disponer de resultados sobre las relaciones de protección para el canal compartido y para el canal adyacente, habida cuenta de que, en diferentes partes del mundo, se utilizan separaciones entre canales de 100 y 200 kHz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

- [1966-69]: a. X/43 (Estados Unidos de América); b. X/44 (Estados Unidos de América); c. X/158 (Estados Unidos de América); d. X/37 (Estados Unidos de América); e. X/154 (Suecia); f. X/66 (U.R.S.S.); g. X/156 (Suecia).
 [1970-74]: a. 10/81 (U.R.S.S.); b. 10/52 (Países Bajos); c. 10/47 (Oy. Yleisradio AB); d. 10/240 (Oy. Yleisradio AB); e. 10/208 (Suecia); f. 10/198 (Alemania (República Federal de)); g. 10/13 (Estados Unidos de América); h. 10/40 (Estados Unidos de América); i. 10/30 (Alemania (República Federal de)).
 [1974-78]: a. 10/72 (Países Bajos); b. 10/342 (Suecia); c. 10/364 (Países Bajos); d. 10/129 (Suecia); e. 10/123 (Países Bajos); f. 10/40 (Estado Unidos de América).

BIBLIOGRAFÍA

- KOTIKOVA, R. A., SAVITSKY, V. I. [1968] Peredacha nezavisimykhn programm v odnom UKV ChM kanale (Transmisión de programas independientes por un solo canal de ondas métricas y modulación de frecuencia). *Trudy NIIR*, 2.
 SAVITSKY, V. I. [1966] O pomekhoustoichivosti priema uplotnennogo UKV ChM kanala (Insensibilidad a las interferencias en la recepción de un canal múltiple en ondas métricas y modulación de frecuencia). *Sb. trudov Gos. NII Min svyazi SSSR*, 3 (48).

INFORME 464-2

POLARIZACIÓN DE LAS EMISIONES DE RADIODIFUSIÓN CON MODULACIÓN DE FRECUENCIA EN LA BANDA 8 (ONDAS MÉTRICAS)

(Cuestión 19/10)

(1970 - 1974 - 1978)

1. Introducción

Desde el comienzo de la radiodifusión en la banda 8 (ondas métricas) se ha hecho hincapié en la alta calidad, tendencia que se ha acentuado aún más con la aparición de las transmisiones estereofónicas. Por ello, al planificar estos nuevos servicios, se ha puesto especial cuidado en el correcto establecimiento de las instalaciones de recepción con antenas montadas en los tejados. Se han realizado estudios que demuestran que, en estas condiciones, la polarización horizontal presenta ciertas ventajas.

La aparición del transistor ha hecho posible la producción en masa de receptores portátiles de precio módico de gran sensibilidad para la modulación de frecuencia, capaces de funcionar de manera satisfactoria con antenas de varilla incorporadas. Por otra parte, el empleo de las ondas métricas en los receptores de automóviles, aunque actualmente no se considere satisfactorio de manera universal, puede irse popularizando. De modo general, estas nuevas categorías de receptores contribuyen a crear un mercado de masas, y aun cuando no permiten sacar el máximo partido posible de las emisiones de alta calidad, son utilizados en tan gran número que los organismos de radiodifusión deben tenerlos en cuenta. Debe también mencionarse que existe en general un aumento constante de la demanda de receptores de alta calidad, especialmente de los que permiten la recepción estereofónica.

La información disponible induce a creer que, con el tipo de antenas utilizadas por los receptores portátiles o de automóvil, la señal recibida puede ser a veces más intensa si se emite una componente con polarización vertical. El empleo de una componente polarizada verticalmente, que se suma a la componente horizontal, se está generalizando en los últimos tiempos en América del Norte, donde los nuevos servicios emplean frecuentemente la polarización circular. Este método de transmisión se ha revelado ventajoso para la recepción por vehículos, ya que permite compensar los desvanecimientos debidos a la formación de ondas estacionarias y produce normalmente una señal de más potencia en las zonas despejadas. En Irlanda, contrariamente al resto de los países, todas las emisiones de la banda 8 emplean la polarización vertical, mientras que en el Reino Unido ciertas emisoras locales de la BBC utilizan la polarización oblicua y la mayoría de las estaciones locales de radiodifusión de la IBA están concebidas para la polarización circular. Estudios realizados en la República Federal de Alemania y en Italia han demostrado, sin embargo, que las emisiones con polarización horizontal son menos sensibles a la distorsión por trayectos múltiples que en determinados tipos de terreno, lo que es especialmente importante para la estereofonía y las demás señales en multiplaje.

El presente Informe pretende facilitar información a los organismos de radiodifusión que les permita elegir fácilmente, de acuerdo con las circunstancias, la polarización más apropiada para los nuevos programas en cuya puesta en servicio se hallen interesados.

2. Tipos de polarización utilizados en radiodifusión

La polarización empleada en radiodifusión puede ser de diversos tipos, definidos como sigue:

Polarización horizontal: Tipo de polarización en el cual el vector eléctrico se halla en un plano horizontal.

Polarización vertical: Tipo de polarización en el cual el vector eléctrico se halla en un plano vertical.

Polarización oblicua: Tipo de polarización en el cual el vector eléctrico tiene una inclinación de 45° con respecto a la horizontal. Este modo puede considerarse como la resultante de dos componentes de igual amplitud y fase, una polarizada horizontalmente y la otra verticalmente.

Se dice que la polarización es dextrórum o sinistrórum, según que el giro de 45° con respecto a la vertical del vector eléctrico de la onda que se propaga, visto desde el punto de transmisión, se produzca respectivamente en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario.

Polarización circular: Tipo de polarización en el cual la extremidad del vector eléctrico describe un círculo. Esta polarización puede considerarse como la resultante de componentes polarizadas vertical y horizontalmente, de igual amplitud y combinadas en cuadratura de fase.

Se dice que la polarización circular es dextrórum o sinistrórum cuando el vector eléctrico, visto desde el punto de transmisión, gira respectivamente en el sentido de las agujas del reloj o en sentido inverso.

Doble polarización : Tipo de polarización en el cual la antena radia componentes de polarización vertical y horizontal, de amplitud sensiblemente igual pero sin relación de fase precisa entre ellas. En general, las fuentes polarizadas vertical y horizontalmente pueden estar desplazadas una de otra, de manera que la polarización resultante esté comprendida entre la polarización circular y la polarización oblicua, en función del acimut.

Polarización mixta: Este término se aplica a todos los métodos de difusión con componentes polarizadas vertical y horizontalmente. Comprende la polarización oblicua, la polarización circular y la doble polarización.

En la práctica, debido al tipo de antenas empleadas para la recepción doméstica, es poco probable que un tipo de polarización mixta presente una determinada ventaja sobre los demás.

Si un organismo de radiodifusión desea utilizar una polarización mixta en lugar de polarización horizontal o vertical, la elección deberá hacerse teniendo en cuenta la disposición más cómoda para la realización de la antena de transmisión. En dicho caso, conviene aumentar en 3 dB la potencia de transmisión si se quiere obtener el mismo nivel a la entrada de los receptores con antenas de recepción polarizadas horizontal o verticalmente. Es de destacar que si se utilizan antenas directivas, la forma de polarización elegida sólo se obtendrá posiblemente en el haz principal.

Es importante señalar que al hacer uso de una polarización mixta, resulta normalmente imposible asegurar una protección mutua entre servicios utilizando polarizaciones cruzadas (verticales u horizontales). En caso de polarización mixta, no se obtendrá mejora alguna de la discriminación de polarización con respecto a la polarización horizontal o vertical empleando en la recepción el mismo tipo de antena que la emisora del programa deseado. Esta consideración es válida tanto para la polarización circular dextrórum como para la sinistrórum, ya que el sentido de rotación de la señal que llega por detrás de la antena es contrario al de la señal que llega por delante.

3. Factores determinantes de la propagación

3.1 Componente directa o difractada

Las señales de radiodifusión que llegan a un punto de recepción están constituidas generalmente por varias componentes, la más intensa de las cuales es una onda directa, o una onda difractada. La amplitud de esta onda directa o difractada es claramente independiente de la polarización, a menos que la difracción se produzca en colinas redondeadas y lisas (sin vegetación, ni obstáculos de altura superior a un metro aproximadamente). En este caso, una onda de polarización vertical sufrirá menor atenuación que una onda de polarización horizontal. Otro caso particular es aquel en el que la propagación se produce por encima de colinas cubiertas de coníferas, ya que los árboles tienen mayor tendencia a dispersar la componente de polarización vertical, lo que produce una pérdida más elevada para este tipo de polarización. A poca distancia del suelo, las condiciones límite aconsejan utilizar una componente de polarización vertical, pero ello debilita las señales de polarización horizontal. Así, si la altura de la antena es reducida, la polarización vertical permitirá obtener una señal más intensa.

3.2 Componente reflejada

Además de la componente directa o difractada, se reciben normalmente una o varias señales reflejadas; las causas de este fenómeno pueden ser muy diversas, y se pueden clasificar en los tres grupos siguientes:

3.2.1 Reflexiones a ras del suelo frente a la antena de recepción

La diferencia de trayecto entre las señales directa y reflejada es normalmente muy pequeña, lo que hace que el eco no produzca distorsión, sino simplemente una variación de la intensidad de campo. Cuando el ángulo de incidencia no es superior a alrededor de 1° , el efecto es casi siempre claramente independiente de la polarización. Sin embargo, si la transmisión se efectúa entre puntos de transmisión y de recepción elevados, por ejemplo, por encima de un valle o de una bahía, el retardo del eco puede ser sensible, y la polarización horizontal presentará en general un eco relativamente superior.

3.2.2 *Reflexiones procedentes de los lados del trayecto, cuando el reflector es una construcción, árboles, colinas o montañas*

Cuando las reflexiones son debidas a superficies verticales o casi verticales, su amplitud será, en general, notablemente mayor con emisiones de polarización vertical que con emisiones de polarización horizontal. Es posiblemente este factor el que hace que las transmisiones con polarización vertical sean relativamente más sensibles a los efectos de los trayectos múltiples que las transmisiones con polarización horizontal. En la práctica, el fenómeno es más acusado cuando el trayecto directo está enmascarado y existen a ambos lados del mismo estructuras o elementos topográficos que reciban un campo intenso. El efecto puede ser importante cuando la diferencia de trayecto entre la señal directa y la señal reflejada es superior a unos 3 km (10 μ s). Con este retardo puede observarse una distorsión perceptible si la amplitud del eco es de alrededor del 15% en estereofonía o del 40% en monofonía, pero el valor exacto de este porcentaje depende del nivel de supresión de la modulación de amplitud en el receptor.

3.2.3 *Reflexiones procedentes de más allá del punto de recepción producidas por superficies verticales o casi verticales, como edificios, árboles o montañas*

Cuando la dimensión del objeto reflector es importante en los planos vertical y horizontal, la polarización carece normalmente de importancia, aunque algunos resultados obtenidos en la República Federal de Alemania muestran que los edificios tienen tendencia a reflejar las señales de la banda 8 (ondas métricas) polarizadas verticalmente con más intensidad que las polarizadas horizontalmente. Cuando el reflector es un árbol, en especial de la familia de las coníferas, las señales de polarización vertical son reflejadas con más intensidad. Como en el punto 3.2.2, los efectos sólo son importantes cuando la diferencia de trayecto es superior a unos 3 km.

3.3 *Recapitulación de los factores que influyen en la propagación*

Resulta pues evidente que la emisión de una componente con polarización vertical puede producir un campo más intenso cuando las antenas de recepción son más sensibles a la polarización vertical, y están situadas a poca altura. Por el contrario, existe una posibilidad de aumento de la distorsión por trayectos múltiples en ciertos tipos de terrenos. Esta distorsión es especialmente importante cuando se transmiten señales en multiplaje.

La información de la que se dispone muestra que, en terreno llano y ondulado, el efecto de los trayectos múltiples es mínimo, mientras que la ganancia en intensidad de campo obtenida al transmitir una componente de polarización vertical es máxima. En una región muy montañosa, en cambio, la ganancia en intensidad de campo es reducida, mientras que los efectos de los trayectos múltiples pueden ser graves, especialmente cuando las reflexiones se deben a montañas cubiertas de coníferas.

En estos casos extremos, es pues posible decidir cuál es la mejor polarización que debe emplearse en la transmisión. En los casos intermedios más frecuentes, la decisión es menos evidente, pudiendo depender del tipo de servicio que el organismo de radiodifusión desee ofrecer.

4. Interferencias artificiales

La principal fuente de interferencias es el sistema de encendido de vehículos, y la experiencia indica que la importancia de este factor varía de un país a otro. No se conoce de manera exacta la causa del fenómeno, aunque posiblemente sea debida a las diferencias en las normas aplicadas para la eliminación de interferencias de los circuitos eléctricos de los vehículos.

Las interferencias debidas al encendido de los vehículos tienen una polarización semialeatoria, pero con preponderancia de las componentes verticales. Así, cuando las antenas de recepción están situadas a bastante altura sobre el nivel del suelo, y tienen la misma polarización que la transmisión, es preferible la polarización horizontal. Si la antena de recepción se utiliza en proximidad del suelo, y responde sobre todo a las señales de polarización vertical, como ocurre actualmente con los receptores portátiles y los receptores de automóvil, la relación señal/ruido sólo puede mejorarse transmitiendo una componente vertical.

5. Servicios existentes

Es importante saber si existen ya transmisiones en la zona que se pretenda cubrir. De ser así quizás resulte necesario emplear una polarización que asegure a los receptores existentes un rendimiento satisfactorio en la mayoría de los casos. En general es probable que, cuando los servicios existentes utilicen polarización horizontal o vertical, el nuevo servicio deba utilizar ya sea la misma polarización, ya sea una polarización mixta.

6. Análisis

Se han examinado los diferentes factores que influyen en la elección de la polarización para los nuevos servicios en la banda 8 (ondas métricas). Es evidente que cada uno de los diferentes tipos de polarización horizontal, vertical o mixta presenta ventajas propias, cuya importancia está condicionada por la naturaleza del terreno, la clase de receptor y el tipo de servicio que se quiera asegurar. No existe ningún tipo de polarización que dé los mejores resultados en cualesquiera circunstancias.

El cuadro I, que tiene en cuenta todos estos factores, está destinado a facilitar la elección del mejor tipo de polarización en función de las condiciones locales.

CUADRO I – Elección de la polarización adecuada para los nuevos servicios

Tipo de servicio deseado	Polarización de los servicios existentes	Tipo de terreno	Polarización preferida para el nuevo servicio
Especialmente destinado a los receptores de alta calidad, probablemente dotados de estereofonía, sin mejora de la recepción en receptores portátiles o de automóvil	ninguna	cualquiera	horizontal
	horizontal	cualquiera	horizontal
	vertical	llano u ondulado	vertical
	vertical ⁽¹⁾	accidentado	mixta ⁽²⁾
Especialmente destinado a obtener la máxima audiencia, en particular, por parte de receptores portátiles o de automóvil. Es preciso tener en cuenta las instalaciones ya equipadas para la recepción de las posibles emisiones existentes	ninguna u horizontal	llano u ondulado	mixta
		accidentado	horizontal
	vertical	llano u ondulado	vertical
	vertical ⁽³⁾	accidentado	mixta

(1) Sería preferible modificar los posibles servicios existentes haciéndolos transmitir con polarización horizontal.

(2) Horizontal si se pueden modificar los servicios existentes a polarización horizontal.

(3) Sería preferible modificar los posibles servicios existentes haciéndolos transmitir con polarización mixta.

BIBLIOGRAFÍA

UER [febrero de 1976] Choix de la polarisation pour les nouveaux services en bande II. *Revue technique de l'UER*, 155.

INFORME 795 *

TRANSMISIÓN DE VARIOS CANALES DE SONIDO O DE OTRAS SEÑALES EN TELEVISIÓN

(Cuestión 18-2/10 y Programa de Estudios 18B-1/10)

(1978)

1. Introducción

En los sistemas de radiodifusión hay a veces una capacidad de reserva que puede utilizarse para mejorar el efecto subjetivo de un programa. La capacidad de reserva también puede emplearse para difundir dos o más programas simultáneamente y transmitir información de naturaleza distinta del sonido; por ejemplo, información alfanumérica o gráfica. Tal información puede asociarse, o no, al programa principal.

Desde 1959, algunas administraciones y organismos de radiodifusión vienen realizando estudios sobre sistemas para la transmisión de dos canales de sonido en televisión. Como resultado de esos estudios se han concebido distintos sistemas como los MF-MF, MF-MA, los que utilizan dos portadoras con multiplexaje por distribución en el tiempo, y sus variantes. Hasta ahora se han obtenido resultados satisfactorios sólo en lo que respecta a los sistemas que utilizan el transmisor de sonido de televisión y se requieren nuevos estudios sobre los sistemas que emplean el multiplexaje de las señales de sonido y de imagen.

* Reemplaza a los Informes 403-2 y 621.

Nota 6. — Es conveniente que la frecuencia de las señales de prueba no sea demasiado elevada para evitar dificultades con equipos que contengan preacentuación, etc. Se ha designado la frecuencia de 1 kHz por ser la frecuencia de referencia preferida por el CCIR y utilizada en la mayoría de los materiales originales de pruebas (discos, cintas y películas normalizadas). Cuando se necesiten señales de prueba en otras frecuencias, por ejemplo, para pruebas de respuesta en frecuencia, el resultado debe indicarse utilizando la expresión «inferior en x dB a 0 dBm0s» o « x dB con respecto a 0 dBm0s». Por ejemplo, sería satisfactoria la expresión «un tono de 3 kHz inferior en 20 dB a 0 dBm0s».

INFORME 293-4 *

PARÁMETROS DE AUDIOFRECUENCIA QUE INTERVIENEN EN LA TRANSMISIÓN Y REPRODUCCIÓN ESTEREOFÓNICA DEL SONIDO

Principales características en audiofrecuencia

(1963 - 1966 - 1970 - 1974 - 1978)

1. Introducción

Varios países han hecho amplios estudios del problema objeto del Programa de Estudios 15B/10, esto es, los aspectos subjetivos de la transmisión y reproducción estereofónica del sonido.

2. Tolerancias globales de los parámetros de calidad en estereofonía

Los documentos fundamentales que sirven como base para establecer características de calidad en estereofonía, figuran en la bibliografía.

El documento [CCIR, 1970-74] da información adicional más precisa sobre las tolerancias globales definidas inicialmente. También propone tolerancias específicas aplicables al circuito de transmisión, al conjunto «circuito de transmisión + codificador estereofónico + transmisor» y a los grabadores de cinta.

Los valores propuestos para el circuito de transmisión ya han sido tenidos en cuenta por la CMTT en la Recomendación 505, que señala las características de los circuitos de alta calidad para transmisiones radiofónicas.

Las tolerancias para el magnetófono se señalan también en la Recomendación 408-3 acerca de las normas de grabación del sonido para el intercambio internacional de programas.

Las tolerancias aplicables a la cadena «circuito + codificador + transmisor» se consideran aplicables a la señal difundida, es decir, al conjunto de los elementos de la cadena cuya explotación y mantenimiento de la calidad están bajo la responsabilidad de los organismos encargados de la transmisión y difusión de los programas.

2.1 Significado de las tolerancias

Los valores indicados en la columna «tolerancias globales» del cuadro I definen las condiciones que debe satisfacer globalmente una cadena de transmisión estereofónica para que la reproducción sea de buena calidad. Estas tolerancias se aplican por lo tanto, en principio, a una cadena que se extiende de la salida del micrófono hasta la entrada de los altavoces, es decir, que comprende los equipos de estudio, los enlaces, y el transmisor y receptor estereofónicos. El receptor considerado es un receptor monitor, tal como el que puede utilizarse en el estudio para la comprobación técnica subjetiva del programa radiado.

La UER y la OIRT son conscientes de que en algunos casos, la limitación de las características de los equipos entrañará la necesidad de admitir defectos más importantes, pero se espera que los progresos tecnológicos permitan, en el futuro, atenerse íntegramente a las tolerancias indicadas.

Los valores de la columna «señal transmitida» del cuadro I se refieren a la parte de la cadena que va de la salida del estudio a la salida del transmisor. Se admite que, en este caso, todas las características son medidas, siguiendo la práctica corriente, con equipos de alta calidad (demodulador y decodificador de medida) cuya incidencia sobre el valor medido, normalmente es muy pequeña, si no despreciable. También se suponen sin defectos las señales de medida aplicadas a la entrada de la cadena.

2.2 Condiciones generales de medición

Los valores de cada uno de los parámetros deben medirse en las condiciones normales de explotación existentes en las distintas secciones de la cadena de transmisión.

Se suponen condiciones ideales de radiación, propagación y recepción en el trayecto comprendido entre el transmisor y el receptor.

* Este Informe es una respuesta provisional al Programa de Estudios 15B/10 que ha sido anulado.

2.3 Notas relativas a cada uno de los parámetros

2.3.1 Anchura de banda

La UER y la OIRT ponen especialmente de relieve el peligro de limitar la anchura de banda de la señal *S* en las partes de cadena de transmisión en que esa señal está efectivamente presente.

2.3.2 Respuesta amplitud/frecuencia

Para las necesidades prácticas conviene presentar esta tolerancia en forma de un gálibo en cuyo interior deberían quedar comprendidas las curvas de respuesta de los canales *A* y *B*. En la fig. 1 se indican los gálibos propuestos con un nivel de 0 dB que corresponde a una referencia ideal y que puede desplazarse hacia abajo o hacia arriba, para que la curva de respuesta del canal considerado caiga en el interior de los límites indicados.

Fuera de la banda de 40 Hz a 15 kHz, la curva debe tener una pendiente uniforme cuyo valor se determinará ulteriormente.

2.3.3 Diferencia de ganancia entre los canales *A* y *B*

La tolerancia admisible para la diferencia de ganancia entre los canales *A* y *B* se presenta asimismo en forma de un gálibo (fig. 2). La diferencia tolerada de ganancia en una determinada frecuencia es igual, pues, a la diferencia máxima entre los valores absolutos de las curvas amplitud/frecuencia de los canales *A* y *B*, las cuales han de mantenerse, no obstante, en el interior del gálibo definido en el punto 2.3.2.

2.3.4 Diferencia de fase entre los canales *A* y *B*

Los gálibos propuestos se dan en la fig. 3.

2.3.5 Diafonía lineal entre los canales *A* y *B*

Los gálibos propuestos para este parámetro se dan en la fig. 4.

2.3.6 Relación señal/ruido ponderado

El valor propuesto representa la diferencia de nivel entre el ruido medido según la Recomendación 468-2 y una señal cuya amplitud corresponde a la máxima excursión de frecuencia.

2.3.7 Distorsiones no lineales

La tolerancia para las distorsiones no lineales se refiere a los resultados más desfavorables obtenidos al aplicar al sistema estereofónico, con nivel máximo, las tres combinaciones de señales siguientes:

$$A = B \quad A = -B \quad A \text{ o } B = 0$$

Esta característica se mide con un instrumento (medidor del factor de distorsión armónica total) que suprime la frecuencia de medida de manera que se obtenga el valor r.m.s. (raíz cuadrada de la media cuadrática) de la suma de los productos no lineales en la gama de frecuencias de 40 Hz a 15 kHz. El nivel de referencia es el nivel de la señal medida después de la desacentuación.

Para las frecuencias de medida en la gama de 40 Hz a 7,5 kHz, los valores indicados se aplican a los armónicos de la señal de medida.

Para las frecuencias en la gama de 7,5 kHz a 15 kHz el valor indicado se aplica únicamente a los productos no armónicos que se generan en el decodificador estereofónico por combinación con la frecuencia de la subportadora.

Hay que tener en cuenta que las tolerancias indicadas para las distorsiones no lineales se aplican, tanto a la distorsión no lineal propiamente dicha, como a la diafonía no lineal, que se producen simultáneamente cuando ambas señales *A* y *B* están presentes.

3. Cuadro de tolerancias de calidad en estereofonía

En el cuadro I se resumen las tolerancias aplicables a las características de calidad en estereofonía.

En las figuras que siguen al cuadro se representan gráficamente algunas de estas tolerancias.

4. Actividades futuras

Se examinaron respectivamente los documentos [CCIR, 1974-78a y b]. Estos documentos tratan de los «Parámetros del canal de transmisión de sonido a la entrada del canal de transmisión internacional» y de los métodos aplicados en la OIRT para la adición de los valores numéricos de los parámetros de transmisión. Ambos documentos pueden ser utilizados para los trabajos futuros. El documento [CCIR, 1974-78b] fue detenidamente examinado en la CMTT, véase [CCIR, 1974-78c].

CUADRO I

Características y señales(1)	Frecuencias (kHz)	Señal transmitida(2)	Tolerancias globales
Anchura de banda, <i>A</i> , <i>B</i> , <i>M</i> y <i>S</i>		0,04 a 15 kHz	0,04 a 15 kHz
Gálbo de la repuesta amplitud/frecuencia (fig. 1) <i>A</i> y <i>B</i> (dB)	0,04 a 0,125 0,125 a 0,630 0,630 a 1,25 1,25 a 10 10 a 14 14 a 15	+0,7 a -2,5 +0,7 a -0,7 +0,5 a -0,5 +0,7 a -0,7 +1 a -2,5 +1 a -3	+2 a -3 +1 a -1 +0,5 a -0,5 +1 a -1 +2 a -3 +2 a -3
Diferencia de ganancia(3) (fig. 2) <i>A</i> y <i>B</i> (dB)	1 0,04 a 0,125 0,125 a 10 10 a 14 14 a 15	1 2 1 2 3	1 3 1,5 3 3
Diferencia de fase(3) (fig. 3) <i>A</i> y <i>B</i> (grados)	0,04 0,04 a 0,2 0,2 a 4 4 a 15 15	40° Segmento oblicuo 20° Segmento oblicuo 45°	90° Segmento oblicuo 45° Segmento oblicuo 90°
Diafonía lineal(3) (fig. 4) <i>A</i> y <i>B</i> (dB)	0,04 a 0,3 0,3 a 4 4 a 15	-36 -36 Segmento oblicuo 6 dB por octava	Segmento oblicuo 6 dB por octava -30 Segmento oblicuo 6 dB por octava
Relación señal/ruido ponderado <i>A</i> , <i>B</i> y <i>M</i> (dB)		54(5)	50(4) (5)
Distorsiones no lineales <i>A</i> , <i>B</i> y <i>M</i> (dB)			
Distorsión armónica total	{ 0,04 a 0,125 0,125 a 7,5	-37 -43	-34 -40
Productos no armónicos	7,5 a 15	-40	-30

(1) *A* es la señal de la "izquierda" y *B* la señal de la "derecha". $M = \frac{1}{2} (A + B)$ y $S = \frac{1}{2} (A - B)$.

(2) Las tolerancias relativas a la señal transmitida se aplican al conjunto circuito + codificador + transmisor. El circuito considerado es el de referencia definido en la Recomendación 502.

(3) Se trata únicamente de diferencias de ganancia, diferencias de fase o diafonía lineal introducidas no intencionadamente entre los canales *A* y *B* como consecuencia de imperfecciones de la cadena de transmisión.

(4) El valor de 50 dB es adecuado en la mayoría de los casos. Sin embargo, para algunos tipos de programas, por ejemplo, obras para piano, sería conveniente aumentar dicho valor en unos 10 dB.

(5) Los valores indicados resultan de la medición del valor eficaz del ruido cuando se utiliza una red de ponderación conforme a la Recomendación 468-2.

Una vez que la Recomendación 468-2 haya determinado el método de medición del ruido, habrá que dar nuevos valores válidos al parámetro «relación señal/ruido ponderado». Se invita a los Miembros del CCIR a que presenten contribuciones con propuestas de valores para las señales monofónicas y estereofónicas (*A*, *B* y *M*) que modifiquen el cuadro I.

La OIRT aplica recomendaciones para el intercambio internacional de programas por líneas y/o radioenlaces entre diferentes centros de radiodifusión. Se debería considerar si estas recomendaciones son también aconsejables en el CCIR. La OIRT proyecta preparar durante el próximo periodo una propuesta de Programas de Estudios.

Los valores de este Informe son válidos exclusivamente para los organismos nacionales de radiodifusión, como se indica en la introducción del punto 2. Sin embargo, se debe estudiar si los valores pueden aplicarse también a la señal de radiodifusión, por ejemplo, a las transmisiones directas por satélite.

La Comisión de Estudio 10 es consciente de la necesidad de ampliar los parámetros indicados en el cuadro I con respecto a la técnica digital en conexión con el Programa de Estudios 39A-1/10. Además, en cuanto a la evolución futura, en particular las técnicas de transmisión con más de dos canales, sería necesario establecer nuevos Programas de Estudios. Sin embargo, los debates de la reunión final de 1977 han mostrado que la base de información es por el momento insuficiente.

En consecuencia se solicita el envío de nuevas contribuciones sobre este asunto.

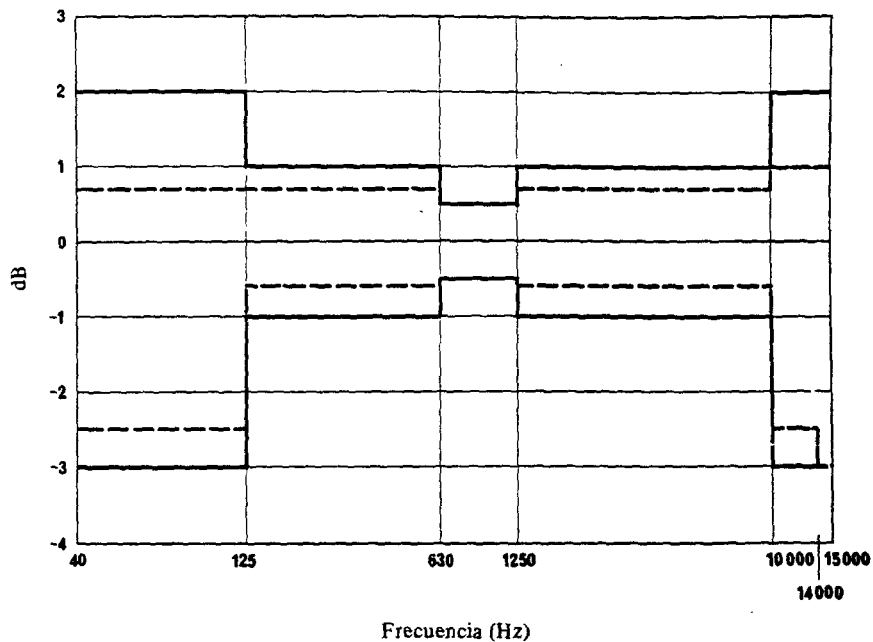


FIGURA 1 - Gálibo de la respuesta amplitud/frecuencia de los canales A y B

————— Tolerancias globales
 - - - - - Señal emitida

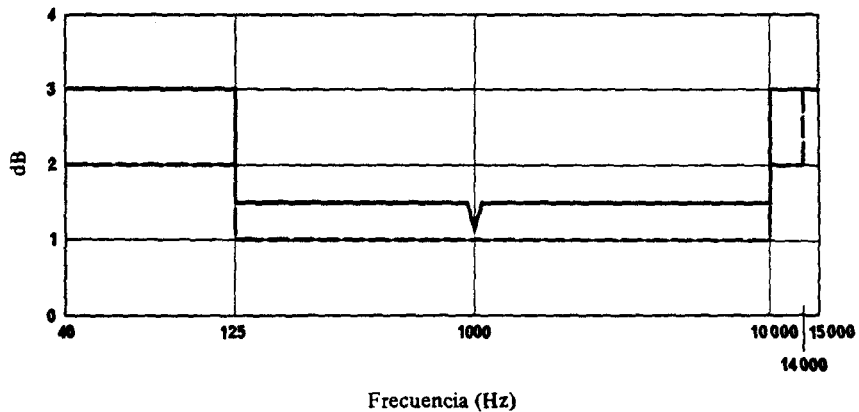


FIGURA 2 - Diferencia de ganancia entre los canales A y B

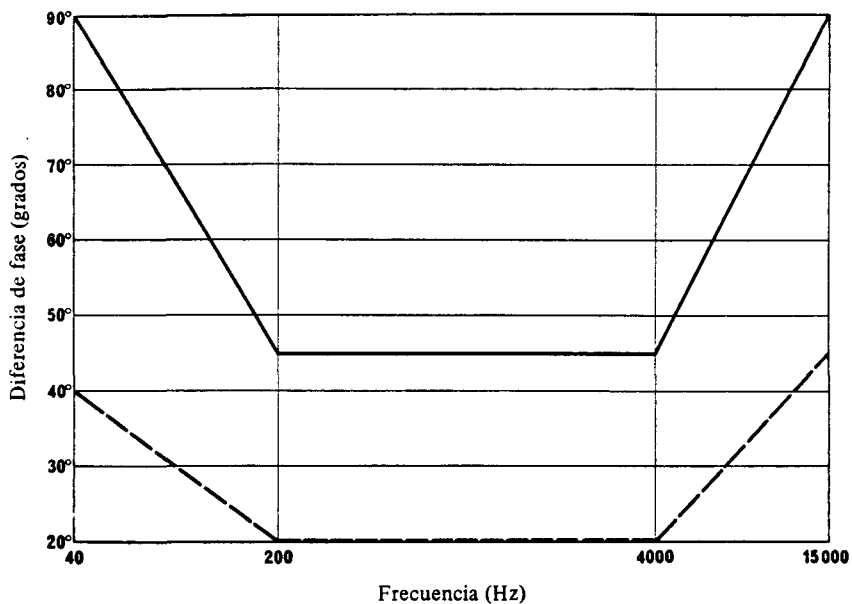


FIGURA 3 - Diferencia de fase entre los canales A y B

— Tolerancias globales
 - - - Señal emitida

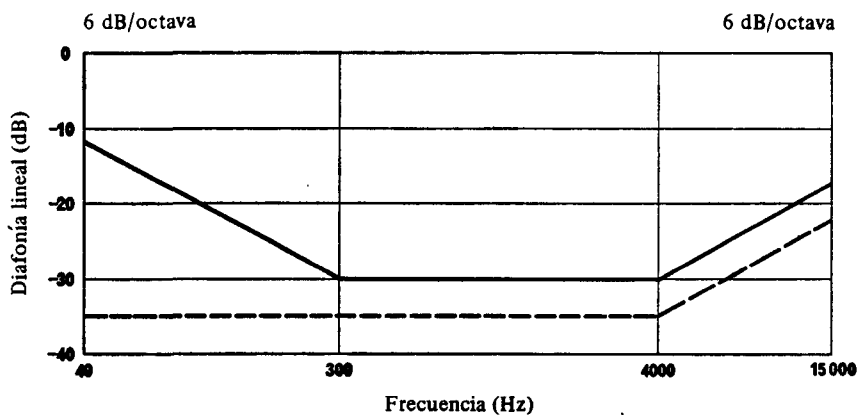


FIGURA 4 - Diafonía lineal entre los canales A y B

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1970-74]: 10/222 (UER).

[1974-78]: a. 10/44 (OIRT); b. 10/333 (OIRT); c. CMTT/309 (CMTT).

BIBLIOGRAFÍA

Nota. - Una bibliografía completa de los periodos comprendidos entre 1963 y 1974 se encuentra en la página 212 del Volumen X de la XIII Asamblea Plenaria del CCIR Ginebra, 1974.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documentos del CCIR

[1974-78]: a. 10/43 (OIRT); b. 10/254 (U.R.S.S.).

RECOMENDACIÓN 409-3

MEDICIÓN DE LAS FLUCTUACIONES DE VELOCIDAD EN LOS APARATOS DE GRABACIÓN Y DE REPRODUCCIÓN DEL SONIDO

(Programa de Estudios 1A-1/10)

(1956 - 1963 - 1966 - 1970 - 1978)

El CCIR,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD:

Que el método de medición de las fluctuaciones de velocidad en los aparatos de grabación y de reproducción del sonido se ajuste al descrito en la Publicación 386 de la CEI.

RECOMENDACIÓN 468-2 *

MEDICIÓN DEL RUIDO DE AUDIOFRECUENCIA EN RADIODIFUSIÓN SONORA, EN LOS SISTEMAS DE GRABACIÓN DEL SONIDO Y EN LOS CIRCUITOS RADIOFÓNICOS **

(1970 - 1974 - 1978)

El CCIR,

CONSIDERANDO

- a) que conviene normalizar los métodos de medición del ruido de audiofrecuencia en radiodifusión, en sistemas de grabación del sonido y en circuitos radiofónicos;
- b) que estas mediciones de ruido deben concordar de manera satisfactoria con las pruebas subjetivas ***,

RECOMIENDA, POR UNANIMIDAD, que se utilice el sistema de medición que se describe a continuación:

1. Red de ponderación

La red de ponderación se define, junto con la respuesta teórica de dicha red pasiva de ponderación (que se da en la fig. 1b), en la fig. 1a. El cuadro I indica los valores de esta respuesta a distintas frecuencias.

Las diferencias toleradas entre la curva de respuesta de las redes de medición y esta curva nominal se indican en la última columna del cuadro I y en la fig. 2.

Nota 1. - No se considera necesario emplear redes diferentes para los circuitos objeto de las Recomendaciones 505-1, 504-1 y 503-1.

Nota 2. - Todo el instrumento se calibra a 1 kHz (véase el punto 2.6). Para hacer mediciones precisas en las frecuencias en que la ganancia es máxima, convendría reducir la tolerancia a 1 kHz (por ejemplo, $\pm 0,2$ dB).

2. Características del aparato de medida ****

Conviene utilizar un método de medida de valores cuasicresta. La característica dinámica del aparato de medida puede obtenerse de diversas formas. Está definida por las características de funcionamiento del aparato, como se indica a continuación:

Nota. - Después de la rectificación de onda completa de la señal de entrada, podrían utilizarse, por ejemplo, dos circuitos rectificadores de cresta en cascada con diferentes constantes de tiempo (véase [CCIR, 1974-78]).

* Esta Recomendación sustituye al Informe 398-2, que queda así anulado.

** Interesa también a la CMTT.

*** Si por razones técnicas se desea medir el valor no ponderado del ruido, procede utilizar el método descrito en el anexo I.

**** Salvo indicación en contrario, las mediciones deben hacerse incluyendo la red de ponderación.

CUADRO I

Frecuencia (Hz)	Respuesta (dB)	Tolerancia propuesta (dB)
31,5	-29,9	± 2,0
63	-23,9	± 1,4 ⁽¹⁾
100	-19,8	± 1,0
200	-13,8	± 0,85 ⁽¹⁾
400	- 7,8	± 0,7 ⁽¹⁾
800	- 1,9	± 0,55 ⁽¹⁾
1 000	0	± 0,5
2 000	+ 5,6	± 0,5 ⁽¹⁾
3 150	+ 9,0	± 0,5 ⁽¹⁾
4 000	+10,5	± 0,5 ⁽¹⁾
5 000	+11,7	± 0,5
6 300	+12,2	0
7 100	+12,0	± 0,2 ⁽¹⁾
8 000	+11,4	± 0,4 ⁽¹⁾
9 000	+10,1	± 0,6 ⁽¹⁾
10 000	+ 8,1	± 0,8 ⁽¹⁾
12 500	0	± 1,2 ⁽¹⁾
14 000	- 5,3	± 1,4 ⁽¹⁾
16 000	-11,7	± 1,65 ⁽¹⁾
20 000	-22,2	± 2,0
31 500	-42,7	{ + 2,8 ⁽¹⁾ -∞

(1) Se obtiene esta tolerancia por interpolación lineal en un diagrama logarítmico a partir de los valores especificados para las frecuencias que se han utilizado para la definición del gálibo a saber: 31,5, 100, 1000, 5000, 6300 y 20 000 Hz.

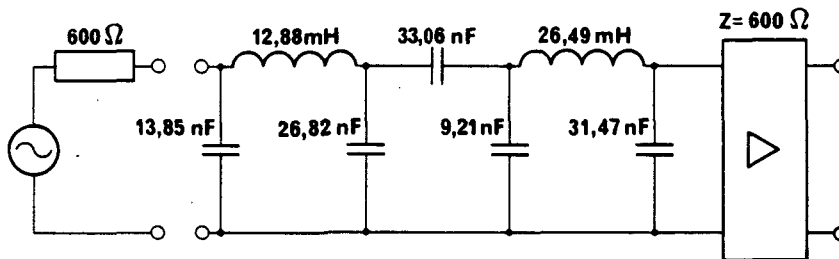


FIGURA 1a – Red de ponderación

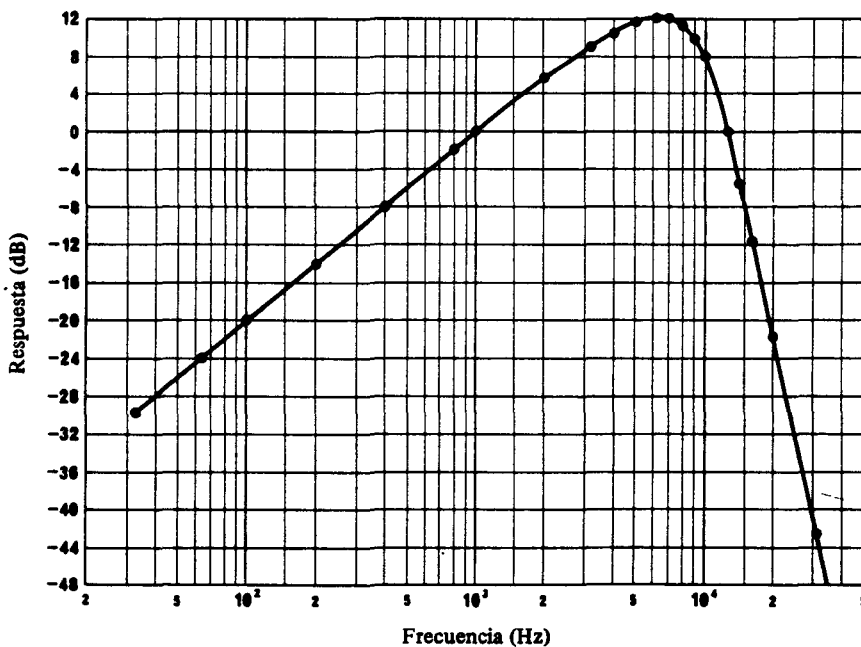


FIGURA 1b – Curva de respuesta de la red de ponderación de la fig. 1a

(Una tolerancia del 1%, como máximo, en los componentes y un factor de calidad de 200, como mínimo, a 10 kHz, bastan para respetar las tolerancias especificadas en el cuadro I)

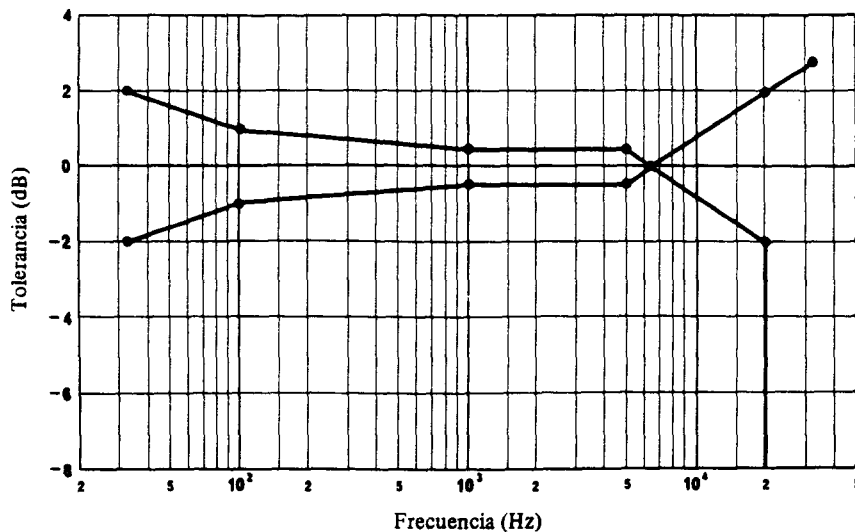


FIGURA 2 – Límites de tolerancia de la curva de respuesta de la red de ponderación solamente

2.1 Respuesta en régimen dinámico a las ráfagas de un solo tono

Método de medición

Se aplican a la entrada ráfagas aisladas constituidas por un tono de 5 kHz con una amplitud tal que correspondería en régimen permanente a una lectura del 80% de la escala total. La ráfaga debe comenzar en el instante de paso por cero del tono de 5 kHz y consistir en un número entero de periodos completos. En el cuadro II se indican los límites de lectura correspondientes a diferentes duraciones de la ráfaga.

Las pruebas se realizarán tanto sin ajuste de los atenuadores, observándose las lecturas directamente en la escala del instrumento, como con ajuste de los atenuadores para cada duración de la ráfaga, a fin de obtener la lectura tan próxima al 80% de la escala total como lo permitan los pasos del atenuador.

CUADRO II

Duración de una ráfaga (ms)	1(1)	2	5	10	20	50	100	200	
Indicación con relación a la lectura en régimen permanente	(%)	17,0	26,6	40	48	52	59	68	80
	(dB)	-15,4	-11,5	-8,0	-6,4	-5,7	-4,6	-3,3	-1,9
Valores límite - límite inferior	(%)	13,5	22,4	34	41	44	50	58	68
	(dB)	-17,4	-13,0	-9,3	-7,7	-7,1	-6,0	-4,7	-3,3
- límite superior	(%)	21,4	31,6	46	55	60	68	78	92
	(dB)	-13,4	-10,0	-6,6	-5,2	-4,4	-3,3	-2,2	-0,7

(1) La Administración de la U.R.S.S. proyecta utilizar ráfagas de duración > 5 ms.

2.2 Respuesta en régimen dinámico a las ráfagas repetidas de tonos

Método de medición

Se aplica a la entrada del aparato, una serie de ráfagas, de 5 ms de duración, de un tono a 5 kHz, empezando por el valor cero y de una amplitud tal que la señal permanente daría una indicación correspondiente al 80% de la escala total. En el cuadro III se indican los límites de la lectura correspondientes a cada frecuencia de repetición.

Las pruebas deben realizarse sin ajuste de los atenuadores, aunque la característica ha de estar situada dentro de los límites de tolerancia, cualquiera que sea el margen de medida.

CUADRO III

Número de ráfagas por segundo		2	10	100
Indicación con relación a la lectura en régimen permanente	(%) (dB)	48 -6,4	77 -2,3	97 -0,25
Valores límite				
- límite inferior	(%) (dB)	43 -7,3	72 -2,9	94 -0,5
- límite superior	(%) (dB)	53 -5,5	82 -1,7	100 -0,0

2.3 Características de sobrecarga

La capacidad de sobrecarga del aparato de medida debe ser de 20 dB, como mínimo, con relación a la indicación máxima de la escala para todas las posiciones de ajuste de los atenuadores. El término «capacidad de sobrecarga» denota tanto la ausencia de recorte en los pasos lineales como el mantenimiento de la ley de cualquier etapa logarítmica, o semejante, que pueda incorporarse.

Método de medición

Se aplican a la entrada del aparato ráfagas aisladas, de 0,6 ms de duración de un tono a 5 kHz, empezando por el valor cero, con una amplitud que proporciona una lectura a plena escala en el margen más sensible del instrumento. Se va reduciendo por pasos la amplitud de las ráfagas hasta un total de 20 dB, observando al mismo tiempo las lecturas para comprobar que se reducen también por pasos correspondientes, con una tolerancia global de ± 1 dB. Se repite la prueba para cada margen de medida.

2.4 Sensibilidad a la inversión de polaridad

Al invertir la polaridad de una señal asimétrica la diferencia de lectura no será superior a 0,5 dB.

Método de medición

En el modo sin ponderación se aplican en la entrada del aparato impulsos rectangulares de corriente continua de 1 ms de duración con una periodicidad inferior o igual a 100 impulsos por segundo. La amplitud de los impulsos está regulada porque la indicación dada corresponde al 80% de la escala total. Se invierte entonces la polaridad de la señal de entrada y se anota la diferencia en el nuevo valor indicado.

2.5 Sobredeviación

El dispositivo de lectura ha de estar sustancialmente exento de sobredeviación excesiva.

Método de medición

Se aplica a la entrada del aparato un tono de 1 kHz con una amplitud que proporcione una lectura permanente de 0,775 V o 0 dB (véase el punto 2.6). Al aplicar súbitamente esta señal, la sobredeviación momentánea deberá ser inferior a 0,3 dB.

2.6 Calibrado

El instrumento se calibrará de tal manera que con una señal permanente aplicada a la entrada, constituida por una onda sinusoidal de 1 kHz, y un valor eficaz de 0,775 V con una distorsión armónica total inferior al 1%, se obtenga una lectura de 0,775 V o 0 dB. La escala tendrá un margen calibrado de 20 dB, como mínimo, con la indicación correspondiente a 0,775 V (o 0 dB) situada entre 2 y 10 dB por debajo del valor correspondiente a la escala total.

2.7 Impedancia de entrada

El aparato debe tener una impedancia de entrada $\geq 20\ 000$ ohmios, y si se prevé una terminación de entrada, ésta debe ser de 600 ohmios $\pm 1\%$.

3. Presentación de los resultados

El aparato mide valores en dBq o dBqp, pero los resultados deberán presentarse normalmente en las siguientes unidades, de acuerdo con las Recomendaciones J.14 y J.16 del CCITT:

Sin ponderación: dBq0s
(véase el anexo I)

Con ponderación: dBq0ps

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Documento del CCIR
[1974-78]: 10/28 (Reino Unido).

BIBLIOGRAFÍA

BBC [1968] Research Department Report N.º EL-17. The assessment of noise in audio-frequency circuits.

DEUTSCHE NORMEN DIN 45 405.

STEFFEN, E. [1972] Untersuchungen zur Geräuschspannungs-messung. *Tech. Mitteil. RFZ*, Heft 3.

WILMS, H. A. O. [diciembre de 1970] Subjective or psophometric audio noise measurement: A review of standards. *Journal of the Audio Engineering Society*, Vol. 18, 6.

ANEXO I

MEDICIONES NO PONDERADAS

Respuesta en frecuencia

La respuesta de frecuencia deberá mantenerse dentro de los límites indicados en la fig. 3.

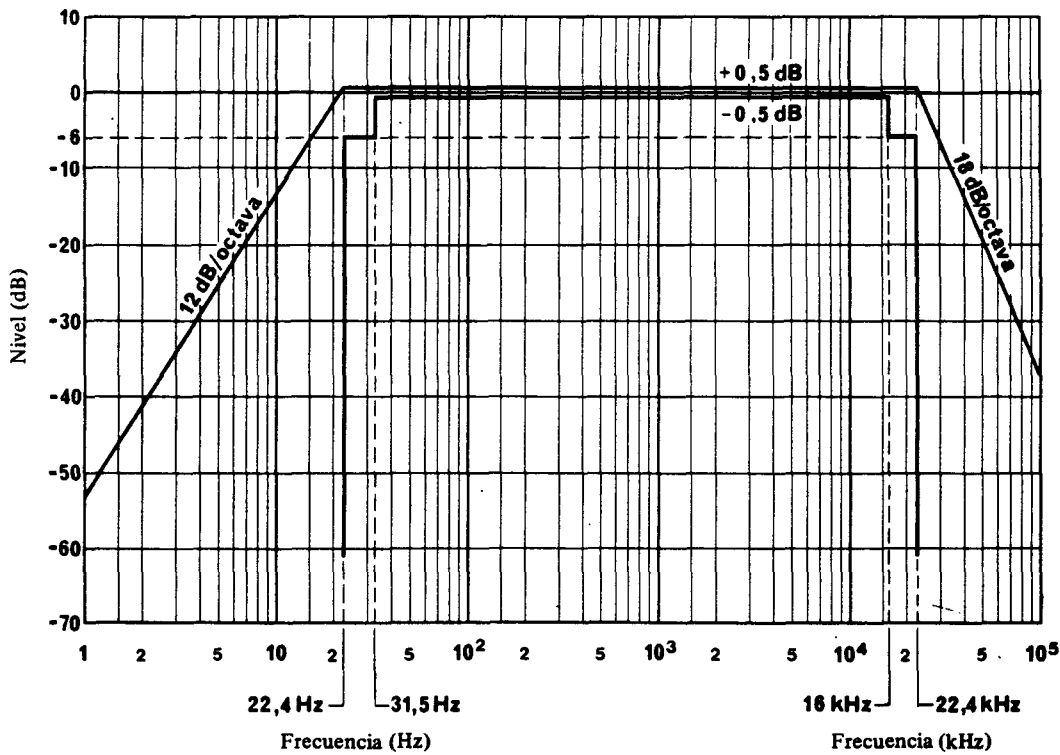


FIGURA 3

APENDICE C
SISTEMAS DE TRANSMISION DE DATOS POR FM

Existen varios sistemas de transmisión de datos a través de las ondas de la FM. Vamos a nombrarlos a casi todos ellos. Con el sistema RDS vamos a hacer una excepción y vamos a ampliar la información; ya que este sistema está adoptado por la CEE y, por lo tanto, va a tener mucha más expansión que los demás.

1. ARI

Este sistema desarrollado en la República Federal Alemana, sirve para facilitar información de tráfico en las autopistas a los automovilistas, sin interrumpir las transmisiones normales de radio. Los radios en los automóviles provistos del sistema ARI (Autofahrer Rundfunk Information - Información Radial para Automovilistas) reciben la información extra sobre el estado de las carreteras mientras escuchan una emisora sin que los demás oyentes de dicha emisora lo noten. Este sistema se aplica actualmente en los países europeos de habla alemana; o sea, Alemania, Austria y Suiza.

Hay que tener en cuenta que, este sistema es compatible con el RDS; ya que, los dos transmiten los datos sobre una portadora de 57 KHz en doble banda lateral.

2. ARIAM

Sistema ARI perfeccionado que permite la valoración de datos sobre el flújo de tráfico.

3. ALI

Sistema de orientación e información al automovilista. Se hace un intercambio de datos entre grupos móviles y estaciones en los trayectos de viaje, a través de antenas de ferrita en el automóvil y bucles de inducción en las vías de circulación. También se producen avisos de emergencia y recomendaciones sobre rutas a seguir.

4. ALI-SCOUT

La comunicación entre vehículo y sistema se realiza mediante balizas que emiten señales de infrarrojos.

5. EVA

Orientación electrónica para el automovilista. Funciona de forma autónoma a base de un plano urbano digitalizado y de sensores en las ruedas del automóvil. En un display de indicación se proporciona información sobre rutas más apropiadas.

6. CAR PILOT

Las informaciones se obtienen a base de sensores de campo magnético terrestre.

7. OKE

Localización de vehículos en una flota. Visualiza el emplazamiento de un vehículo concreto en una flota de coches (esto se hace por medio de una pantalla central).

8. TRAVEL PILOT

Es idéntico al sistema EVA y CAR PILOT pero con la diferencia de que se ofrece un mapa electrónico de carreteras y no del mapa urbano.

9. MUSAK

Sistema de información extra transmitido por las señales normales de FM en Estados Unidos. Como es típico de este país, es un sistema comercial, utilizado por la empresa MUSAK, famosa distribuidora de bandas sonoras para supermercados, hoteles, salas de empresa, consultorios, hospitales, etc. Dicho programa se transmite a través de las estaciones de FM locales. Los oyentes con un receptor normal no escuchan la señal de MUSAK sino la emisión normal de dicha emisora de FM. Los abonados al sistema tienen un decodificador especial en su receptor y, por lo tanto, lo pueden sintonizar.

10. CUE PAGING

Es el sistema nacional de mensajes por radio en EE.UU., que depende de las emisoras de FM. Para acceder a él hay que estar abonado y su funcionamiento es como sigue.

Cualquier persona que quiera llegar al interesado utiliza su teléfono para marcar el número 800, libre de pago, que accede al ordenador de Cue Paging en Virginia. Una voz digitalizada por el ordenador pedirá al que llama que introduzca el código de acceso del abonado. Una señal de tono informa al que llama que el ordenador ha reconocido el código

y que aceptará doce dígitos. Los datos que representan el código de acceso y los doce dígitos se almacenan en el ordenador para una posible recuperación del mensaje hablado y se envían al enlace del satélite Westar 4. Dicho satélite enlaza la señal a una de las emisoras de recepción local o regional, que envía los datos a una o más emisoras locales de FM por medio del teléfono, relés de radio o enlaces de microondas. Finalmente, el abonado posee un receptor con seis memorias y una pantalla LCD en la que aparece el mensaje.

11. RDS

Es un sistema sueco que proporciona datos adicionales en las transmisiones de FM.

La primera ventaja que ofrece es que con el RDS es mucho más fácil sintonizar bien la FM. Este sistema proporciona a cada emisora una señal especial de manera que el oyente puede ver en su receptor inmediatamente si la emisora sintonizada es la que busca. Este sistema es también muy cómodo para los automovilistas. Si se tiene sintonizada una emisora y la frecuencia se debilita, inmediatamente el sistema busca automáticamente la frecuencia más fuerte. Esto es posible en Europa pues en la mayoría de los países la radio estatal y el mismo programa se transmiten por frecuencias diferentes.

El sistema informa también sobre la hora exacta, el contenido de los programas de radio que se pueden sintonizar, información sobre el tráfico en las carreteras y las

principales vías de las ciudades, etc.

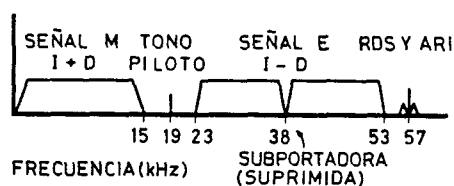
A continuación vamos a dar unos datos técnicos del RDS.

11.1. SUBPORTADORA DE DATOS

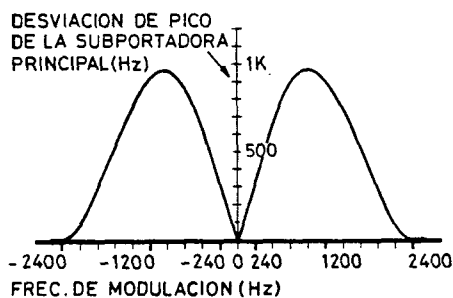
La frecuencia adoptada para la subportadora de datos es de 57 KHz, exactamente tres veces la frecuencia del tono piloto de estéreo transmitida y sincronizada a la misma en cuadratura a su tercer armónico para emisiones estereofónicas. En el caso de emisiones monofónicas, la subportadora de datos <corre libre>, pero, con la misma tolerancia en su frecuencia que en estéreo (± 6 Hz).

Esta relación fija con el tono piloto es una importante contribución a la compatibilidad, porque minimiza la audibilidad de los batidos que pueden producirse en condiciones de percepción por varios caminos o en receptores que no estén ajustados correctamente. La subportadora es modulada por símbolos codificados en forma bifásica, que representan los 0 y los 1 del flujo primario de datos. El sistema de modulación utilizado es el de manipulación por desplazamiento de fase, con una desviación de fase de ± 90 grados. Esto genera un nulo con la propia frecuencia subportadora, con toda la energía concentrada en una banda lateral superior y otra inferior, separadas de la frecuencia central por el flujo de datos. Esta distribución de espectro es la que asegura la compatibilidad con el sistema ARI, que emplea tonos de unos 57 KHz. En las siguientes figuras se

muestran el espectro de la banda base de la señal compuesta incluido el RDS y, en la otra, las componentes espectrales alrededor de los 57 KHz.



La subportadora de datos RDS está centrada en 57 kHz, precisamente el triple de la frecuencia del tono piloto.



El sistema de modulación empleado produce un nulo en 57 kHz, asegurando así su compatibilidad con el sistema ARI.

Otra importante decisión que hubo que tomar fue el nivel al que debería inyectarse la subportadora de datos. Es más fácil recibir una señal libre de errores si la señal se inyecta con un nivel bastante alto pero, por otra parte, también hay más probabilidad que la señal de datos interfiera con el canal de audio en condiciones de recepción no ideales. Además, el hecho de que la desviación máxima de la portadora esté limitada a ± 57 KHz, significa que cualquier desviación que se utilice para la señal de datos no estará disponible para la señal audio, por lo que se empeorará la relación señal/ruido de audio.

Unos amplios ensayos en el laboratorio y en el aire confirman que el nivel de aproximadamente 3% proporcionan unas prestaciones de decodificación de datos satisfactorias y es

compatible con una recepción sin un empeoramiento perceptible de la señal audio, aunque es necesario emplear un nivel algo menor con el sistema ARI. La especificación del sistema, permite que el nivel de inyección esté comprendido entre ± 1 y $\pm 7,5$ KHz, y las pruebas realizadas por la BBC indican que poco más puede ganarse empleando un valor superior al mínimo indicado, con los consiguientes beneficios para la compatibilidad de la señal audio en condiciones adversas.

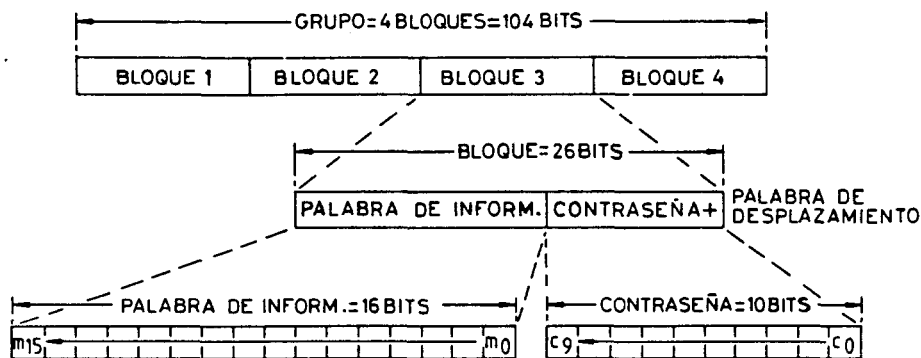
11.2. LA SEÑAL DE DATOS

El flujo de datos de la señal utilizada para modular la subportadora es de 1187,5 bit/s, que, se obtiene de la propia frecuencia subportadora mediante división por 48. El enganche de fase de todas las señales puede conducir a la simplificación del diseño de los decodificadores. La velocidad de datos se limitó por consideraciones de compatibilidad y de fiabilidad, pero la cifra adoptada proporciona una capacidad adecuada para las distintas aplicaciones estudiadas, así como un espacio suficiente para futuros desarrollos.

Los datos son transmitidos como palabras de 16 bits y, cada una de ellas, está asociada a una contraseña especial de 10 bits para el control de errores. Cada cuatro de estas palabras de 26 bits forman un <grupo> y, para cubrir las distintas aplicaciones del RDS, hay especificados varios tipos de grupos. No son necesarios más bits para la sincronización de tramas ni para otras sincronizaciones, puesto que todas estas

informaciones pueden derivarse el propio flujo de datos mediante contraseñas especiales.

Una importante característica del RDS es la flexibilidad con que los distintos grupos pueden introducirse en orden aleatorio para adaptarse a las necesidades del conjunto particular de aplicaciones elegido. Cada grupo tiene su propia identidad y puede ser decodificado sin ninguna referencia a otro grupo.



- La contraseña de 10 bits proporciona una información que permite la detección de salvas de errores de hasta 10 bits, del 99,8% de las salvas

de 11 bits y del 99,9% de todas las salvas más largas. La contraseña también se utiliza para la sincronización de los bloques.

Para cubrir todos los formatos definidos, hay especificados varios tipos de grupo y, en la emisora, la que debe determinar qué grupos, y en qué orden, necesita transmitirlos para satisfacer las necesidades del particular servicio RDS que va a implementar. Hay que tener en cuenta que ya se han definido la mitad de los 32 tipos de grupos posibles, por lo que se dispone de un amplio margen para los futuros desarrollos que están previstos.

11.3. LAS APLICACIONES DEL RDS

NOMBRE DEL PROGRAMA DE SERVICIO (PS). El requisito básico del sistema RDS es proporcionar al receptor la capacidad de visualizar el nombre de la emisora a la que está sintonizado y, después de unas conversaciones entre radioescuchas y la industria de receptores de radio, se acordó que se emplearían ocho caracteres alfanuméricos. Esta designación de ocho caracteres es el Nombre del Programa de Servicio, con la abreviatura inglesa PS (Program Service). La codificación utilizada está de acuerdo con la norma ISO 646, que prevé varias letras acentuadas y los alfabetos cirílico y griego, necesarios en varios países europeos. Para el alfabeto latino, el código es el ASCII.

IDENTIFICACION DE PROGRAMA (PI). Para permitir que un receptor encuentre una emisora que el oyente ha seleccionado, es conveniente disponer de un código más compacto y que esté estructurado de otra manera. El código de Identificación de Programa (Program Identification) es de 16 bits y es exclusivo para cada emisora o red de radiodifusión. De los 16 bits, los 4 primeros representan el país o el origen de la emisión y, el segundo grupo, el área de servicio (local, regional, nacional, etc.). Los ocho grupos restantes permiten incluir 256 emisoras identificables en cada una de las categorías.

FRECUENCIA ALTERNATIVA (AF). Estos de 8 bits cada uno, proporcionan información al receptor sobre otras frecuencias en las que puede encontrarse el mismo programa en zonas adyacentes. Con este procedimiento, el receptor móvil puede mantener actualizada su memoria y estar preparado para resintonizarse a una de las otras frecuencias al desvanecerse la que tiene sintonizada.

OTRAS REDES (ON). Abreviación de la expresión inglesa Other Networks. Considerese el caso de un receptor que está sintonizado a una determinada emisora, que el oyente desea sintonizar otra. Con la información disponible hasta ahora, el receptor tendría que explorar toda la banda de un extremo a otro para identificar la señal más intensa que tenga el código PI correspondiente a la emisora deseada. Entonces, el tiempo empleado en la búsqueda será muy largo. Para ello, la solución es transmitir junto con la señal de la emisora, una información sobre las frecuencias en las que pueden encontrarse otras emisoras que estén referenciadas con sus códigos PI. ON proporciona al receptor una secuencia de códigos PI relacionados y de frecuencias asociadas para cada una de las demás emisiones de la emisora situada en el área de transmisión.

HORA Y FECHA (CT). Una representación codificada en binario de la hora y la fecha empleando la hora universal coordinada (UTC) y la fecha del calendario. Se incluiría un

desplazamiento local para que el receptor RDS generase una visualización acorde con la hora local.

TIPO DE PROGRAMA (PTY). Adjudicando un código distinto a los diferentes tipos de programas (noticias, concursos, música, etc.), el receptor visualizaría el tipo de programa o buscaría un determinado tipo entre las emisiones disponibles.

IDENTIFICACION DEL DECODIFICADOR (DI). Indica las distintas clases del proceso de señal que se utilizan, con lo que el receptor puede conmutar el decodificador adecuado, como por ejemplo el reductor de ruido.

CONMUTADOR MUSICA/PALABRA (MS). Mediante la identificación de lo que se está recibiendo, un receptor puede conmutar entre dos posiciones de volumen, que pueden ser establecidas por el usuario.

NUMERO DE IDENTIFICACION DE PROGRAMA (PIN). Adjudicando un código único a cada programa, el receptor puede ser preprogramado por el usuario para que respondiera a cada uno de ellos. Una aplicación evidente sería la grabación sin atención, pero en algunos casos, esto crearía problemas de derechos de autor.

RADIOTEXTO (RT). La aplicación más evidente es que el flujo de datos puede aplicarse para transmitir mensajes para visualizarlos en el receptor. Por ejemplo, noticias de última hora, títulos musicales, etc. Esta especificación indica la

visualización de un formato de 64 caracteres.

CANAL DE DATOS TRANSPARENTE (TDC). La especificación RDS se anticipa a los requerimientos para el tráfico de datos en general (por ejemplo software de ordenadores, etc.) via canal RDS.

IDENTIFICACION DEL PROGRAMA DE TRAFICO (TP). Es una señal de conmutación sí/no para indicar al receptor que se trata de un programa de información para los conductores.

IDENTIFICACION DE AVISOS DE TRAFICO (TA). También es una señal sí/no, pero indica que se está emitiendo un aviso y permite efectuar la conmutación desde otra emisora o de la audición de cassette.

Las dos últimas aplicaciones del RDS, que son TP y TA, han sido adoptadas del sistema ARI, que como se indicó anteriormente, se utiliza para informar a los automovilistas sobre el tráfico.

Aunque el RDS puede coexistir con el ARI (las señales no se interfieren) la disponibilidad del flujo de datos del RDS haría redundantes los tonos de señalización del ARI. Un receptor RDS debería poder extraer la necesaria información de conmutación del flujo digital sin circuitería adicional, ahorrando así el coste del demodulador ARI. Por tanto, en el sistema RDS se han ubicado códigos que permiten la emulación de los datos contenidos en TP y TA.

Como la señal RDS es digital, cada una de estas señales representa únicamente un solo bit en el flujo de datos. Por tanto, los códigos pueden repetirse con cierta frecuencia para obtener la rápida respuesta necesaria. Los países que utilizan el sistema ARI están haciendo planes para que las disposiciones de señalización por tono queden fuera de uso y los receptores RDS pasen a ser la norma.

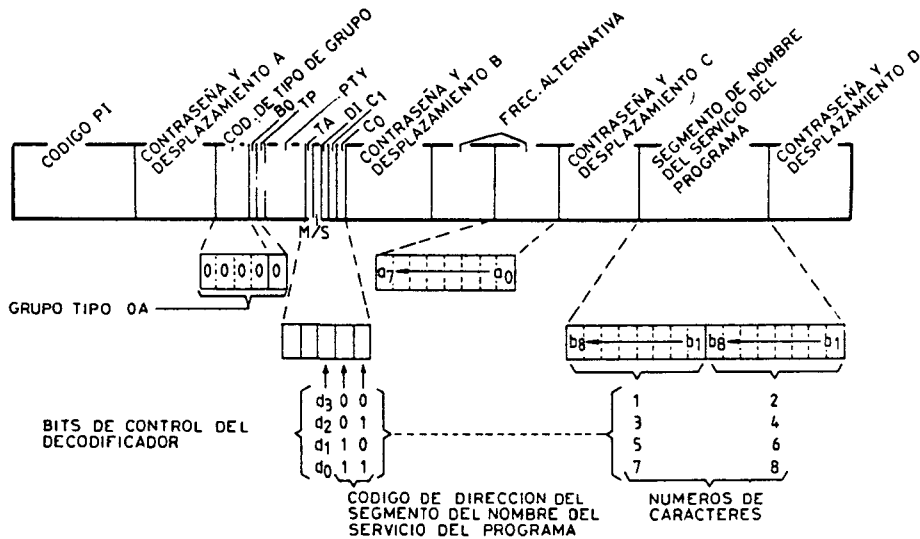
11.4. ESTRUCTURA DE LOS GRUPOS RDS

Una vez especificadas las distintas aplicaciones RDS, se puede comprender la disposición efectiva de los códigos en cada uno de los diferentes tipos de grupos.

Un grupo comprende 104 bits y está formado por palabras de 16 bits, cada una con una contraseña de 10 bits. Como la velocidad de bits es de 1187,5 bit/s, cada segundo se transmiten algo más de once bloques. Cada bloque comienza con el código PI (Identificación de Programa) de 16 bits, con lo que queda garantizado que la frecuencia de repetición de esta parte tan importante de la señal sea lo suficientemente elevada para asegurar un funcionamiento satisfactorio de los receptores automáticos. La segunda palabra de 16 bits contiene 5 bits que definen el tipo de grupo y establecen la naturaleza del contenido de los otros bits de esta palabra y de las otras dos palabras del grupo. Los 5 bits describen una versión A y otra B de cada uno de los 16 tipos de grupos. De éstas 32 posibilidades, sólo se han definido aproximadamente la mitad,

dejando un espacio considerable para el desarrollo de futuras aplicaciones. La diferencia principal entre los dos tipos de grupos, es que el B incluye una réplica del código PI en la tercera palabra del grupo. Esto aumenta claramente la frecuencia de repetición, pero reduce la velocidad a la que puede ser transmitida la otra información RDS.

Como ejemplo, puede verse en la figura la disposición de un grupo del tipo OA. Después del código PI, los 4 primeros bits



El grupo OA dispone de la capacidad para las características indicadas aquí. Hay especificados otros grupos para incluir en ellos las restantes características.

de la segunda palabra definen este grupo como tipo O y el quinto bit, Bo, como la versión <A> del mismo. Por tanto, el microprocesador del receptor sabrá el significado de los bits que vienen a continuación. En el diagrama puede verse que el siguiente bit es el código TP (Programa de Tráfico) y los

cinco que siguen, el código PTY. Luego, el indicador TA (Aviso de Tráfico) va seguido del conmutador M/S (Música/Palabra). Los dos últimos bits de ésta palabra se emplean para establecer una secuencia de cuatro bloques, con lo que el código de identificación de código y el PS (Servicio del Programa) pueden distribuirse sobre cuatro grupos OIA consecutivos, tal como se muestra en la figura. La cuarta palabra de 16 bits contiene los caracteres ASCII para este código PS y, la tercera, dos frecuencias alternativas (AF) codificadas. La forma en que actúan estos códigos AF se basa en el empleo de una tabla de consulta para efectuar la conversión entre los números binarios de 8 bits y las frecuencias utilizadas.

De este ejemplo puede deducirse que en un solo grupo no están ubicadas todas las características RDS. Por tanto, es necesario transmitir una mezcla de tipos de grupos para adaptarse a las aplicaciones utilizadas por una determinada emisora. Ajustando la frecuencia de repetición de los diferentes tipos de grupos, es posible ubicar la capacidad de datos adecuada a las distintas funciones. Por ejemplo, el tipo de grupo que contiene la hora (CT) sólo es necesario que se repita cada minuto.

12. LA RADIO DIGITAL

A finales del año 1986 y comienzos de 1987, se lanzaron los primeros satélites de recepción directa de radio y televisión.

El primero en ser lanzado fue el francés TDF que transmite exclusivamente programas de televisión. El segundo en ser lanzado fue el alemán TV-sat, que además de enviar a la Tierra las señales de tres canales de televisión, provee también a los interesados de 16 canales de radio de sonido digital y estereofónicos y, en su defecto, 32 monofónicos. Ello implica 16 canales estereo de una calidad mucho mejor que la señal de radio transmitida por los sistemas de cable.

Las pruebas previas a la construcción del satélite TV-sat las realizaron los alemanes con el satélite OTS (en operación entonces) y el primer receptor lo construyó Telefunken en 1982. Durante las pruebas se demostró que con la radio digital también se podía aumentar enormemente la facilidad de manejo de los aparatos de radio. Dos de las innovaciones son el llamado "reconocimiento del canal"; es decir, se tabula el código de la emisora deseada para obtenerla instantáneamente y la posibilidad de obtener la clase de música deseada al instante; para ello, los receptores tienen que venir provistos de teclas para oprimirlas y obtener la música que desea el oyente. Para esto, cada emisora transmite una señal especial que es reconocida por el aparato en el momento de tabular, para así sintonizarse inmediatamente con una estación que transmita el tipo de música deseado. Como ejemplo, se puede

mencionar que la radio digital puede transmitir 11000 bits por canal, ofreciendo enormes posibilidades para transmitir información extra.

Las posibilidades de la radio digital son bastantes y, de momento, no tienen límite, solo el de la imaginación del ser humano.

APENDICE D
CARACTERISTICAS DE LOS CIRCUITOS INTEGRADOS



CD4020BM/CD4020BC 14-Stage Ripple Carry Binary Counters
CD4040BM/CD4040BC 12-Stage Ripple Carry Binary Counters
CD4060BM/CD4060BC 14-Stage Ripple Carry Binary Counters

General Description

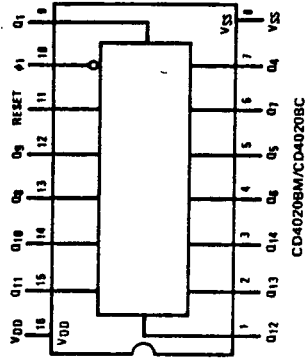
The CD4020BM/CD4020BC, CD4060BM/CD4060BC are 14-stage ripple carry binary counters, and the CD4040BM/CD4040BC is a 12-stage ripple carry binary counter. The counters are advanced one count on the negative transition of each clock pulse. The counters are reset to the zero state by a logical "1" at the reset input independent of clock.

Features

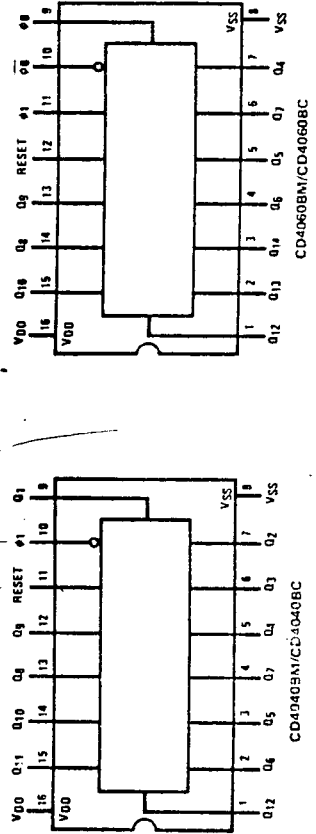
- Wide supply voltage range 1.0V to 15V
- High noise immunity 0.45 V_{DD} (typ.)
- Low power TTL compatibility fan out of 2 driving 74L or 1 driving 74LS
- Medium speed operation 8MHz typ. at V_{DD} = 10V
- Schmitt trigger clock input

Connection Diagrams

TOP VIEW



TOP VIEW



DC Electrical Characteristics CD4015:BC (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	-40°C		25°C		85°C		UNITS
		MIN	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	
I _{DD} Quiescent Device Current	V _{DD} = 5V	1		0.03		1		7.5
	V _{DD} = 10V	2		0.05		2		15
	V _{DD} = 15V	4		0.07		4		30
V _{OL} Low Level Output Voltage	I _O < 1 μA		0.05		0		0.05	0.05
	V _{DD} = 5V		0.05		0		0.05	0.05
	V _{DD} = 10V		0.05		0		0.05	0.05
V _{OH} High Level Output Voltage	I _O < 1 μA	4.95		4.95	5	4.95		4.95
	V _{DD} = 5V	9.95		9.95	10	9.95		9.95
	V _{DD} = 10V	14.95		14.95	15	14.95		14.95
V _{IL} Low Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V	1.5		2		1.5		1.5
	V _{DD} = 10V, V _O = 1V or 9V	3.0		4		3.0		3.0
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V	4.0		6		4.0		4.0
V _{IH} High Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V	3.5		3		3.5		3.5
	V _{DD} = 10V, V _O = 1V or 9V	7.0		6		7.0		7.0
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V	11.0		9		11.0		11.0
I _{OL} Low Level Output Current	V _{DD} = 5V, V _O = 0.4V	0.52		0.44		0.36		0.36
	V _{DD} = 10V, V _O = 0.5V	1.3		1.1	2.5	0.9		0.9
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V	3.6		3.0	10	2.4		2.4
I _{OH} High Level Output Current	V _{DD} = 5V, V _O = 4.9V	-0.2		-0.4		-0.12		-0.12
	V _{DD} = 10V, V _O = 9.5V	-0.5		-0.4		-0.3		-0.3
	V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	-1.4		-3.0		-1.0		-1.0
I _{IN} Input Current	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 0V	-0.30		-10 ⁻⁵		-0.30		-1.0
	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 15V	0.30		10 ⁻⁵		0.30		1.0

273

AC Electrical Characteristics T_c = 25°C, C_L = 50 pF, R_L = 200 k, unless otherwise specified.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t _{PHL} t _{PLH} Propagation Delay Input to Output	V _{DD} = 5V		100	300	ns
	V _{DD} = 10V		50	120	ns
	V _{DD} = 15V		45	100	ns
t _{THL} High-to-Low Level Transition Time	V _{DD} = 5V		100	200	ns
	V _{DD} = 10V		50	100	ns
	V _{DD} = 15V		40	80	ns
t _{TLH} Low-to-High Level Transition Time	V _{DD} = 5V		150	300	ns
	V _{DD} = 10V		70	140	ns
	V _{DD} = 15V		50	100	ns
C _{IN} Input Capacitance	All A and B Inputs (Note 3)		5	7.5	pF
	K, A and K _B Inputs (Note 3)		10	15	pF

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed; they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" are conditions for actual device operation.
 Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.
 Note 3: Capacitance is guaranteed by periodic testing.

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 and 2)

V _{DD} Supply Voltage	-0.5V to +18V
V _{IN} Input Voltage	-0.5V to V _{DD} + 0.5V
T _S Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
P _D Package Dissipation	500mW
T _L Lead Temperature (soldering, 10 seconds)	300°C

Recommended Operating Conditions

V _{DD} Supply Voltage	+3V to +15V
V _{IN} Input Voltage	0V to V _{DD}
T _A Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
	CD40XXBM -55°C to +125°C
	CD40XXBC -40°C to +85°C

DC Electrical Characteristics CD40XXBM (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	-55°C		+25°C			+125°C		UNITS
		MIN	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
I _{DD} Quiescent Device Current	V _{DD} = 5V		5			5		150	μA
	V _{DD} = 10V		10			10		300	μA
	V _{DD} = 15V		20			20		600	μA
V _{OL} Low Level Output Voltage	V _{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	V
	V _{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
	V _{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	V
V _{OH} High Level Output Voltage	V _{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		V
	V _{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
	V _{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		V
V _{IL} Low Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V		1.5		2		1.5		V
	V _{DD} = 10V, V _O = 1.0V or 9.0V		3.0		4		3.0		V
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V		4.0		6		4.0		V
V _{IH} High Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V	3.5		3.5	3		3.5		V
	V _{DD} = 10V, V _O = 1.0V or 9.0V	7.0		7.0	6		7.0		V
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V	11.0		11.0	9		11.0		V
I _{OL} Low Level Output Current (See Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 0.4V	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
	V _{DD} = 10V, V _O = 0.5V	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
I _{OH} High Level Output Current (See Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 4.6V	-0.64		-0.51	-0.88		-0.36		mA
	V _{DD} = 10V, V _O = 9.5V	-1.6		-1.3	-2.25		-0.9		mA
	V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	-4.2		-3.4	-8.8		-2.4		mA
I _{IN} Input Current	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 0V		-0.10		-10 ⁻⁵		-0.10		μA
	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 15V		0.10		10 ⁻⁵		0.10		μA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The tables of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation.

Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

Note 3: Data does not apply to oscillator points Q₀ and Q₀ of CD4060BM/CD4060BC.

DC Electrical Characteristics 40XXBC (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	-40°C		+25°C			+85°C		UNITS
		MIN	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	MAX	
I _{DD} Quiescent Device Current	V _{DD} = 5V		20			20		150	μA
	V _{DD} = 10V		40			40		300	μA
	V _{DD} = 15V		80			80		600	μA
V _{OL} Low Level Output Voltage	V _{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	V
	V _{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
	V _{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	V
V _{OH} High Level Output Voltage	V _{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		V
	V _{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
	V _{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		V
V _{IL} Low Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V		1.5		2		1.5		V
	V _{DD} = 10V, V _O = 1.0V or 9.0V		3.0		4		3.0		V
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V		4.0		6		4.0		V
V _{IH} High Level Input Voltage	V _{DD} = 5V, V _O = 0.5V or 4.5V	3.5		3.5	3		3.5		V
	V _{DD} = 10V, V _O = 1.0V or 9.0V	7.0		7.0	6		7.0		V
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V or 13.5V	11.0		11.0	9		11.0		V
I _{OL} Low Level Output Current (See Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 0.4V	0.52		0.44	0.88		0.36		mA
	V _{DD} = 10V, V _O = 0.5V	1.3		1.1	2.25		0.9		mA
	V _{DD} = 15V, V _O = 1.5V	3.6		3.0	8.8		2.4		mA
I _{OH} High Level Output Current (See Note 3)	V _{DD} = 5V, V _O = 4.6V	-0.52		-0.44	-0.88		-0.36		mA
	V _{DD} = 10V, V _O = 9.5V	-1.3		-1.1	-2.25		-0.9		mA
	V _{DD} = 15V, V _O = 13.5V	-3.6		-3.6	-8.8		-2.4		mA
I _{IN} Input Current	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 0V		-0.30		-10 ⁻⁵		-0.30		μA
	V _{DD} = 15V, V _{IN} = 15V		0.30		10 ⁻⁵		0.30		μA

AC Electrical Characteristics CD4020BM/CD4020BC, CD4040BM/CD4040BC

T_A = 25°C, C_L = 50pF, R_L = 200k, t_r = t_f = 20ns, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t _{PHL1} , t _{PLH1}	Propagation Delay Time to Q ₁ V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V		250 100 75	550 210 150	ns
t _{PHL} , t _{PLH}	Interstage Propagation Delay Time from Q _n to Q _{n+1} V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V		150 60 45	330 125 90	ns
t _{NHL} , t _{NLH}	Transition Time V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V		100 50 40	200 100 80	ns
t _{WL} , t _{WH}	Minimum Clock Pulse Width V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V		125 50 40	335 125 100	ns
t _{CL} , t _{CDL}	Maximum Clock Rise and Fall Time V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V			no limit no limit no limit	ns
f _{CL}	Maximum Clock Frequency V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V		1.5 4 5	4 10 12	MHz
t _{PHL(R)}	Reset Propagation Delay V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V		200 100 80	450 210 170	ns
t _{WH(R)}	Minimum Reset Pulse Width V _{DD} = 5V V _{DD} = 10V V _{DD} = 15V		200 100 80	450 210 170	ns
C _{in}	Average Input Capacitance Any Input (Note 1)		5	7.5	pF
C _{pd}	Power Dissipation Capacitance (Note 2)		50		pF

Note 1: Capacitance guaranteed by periodic testing.

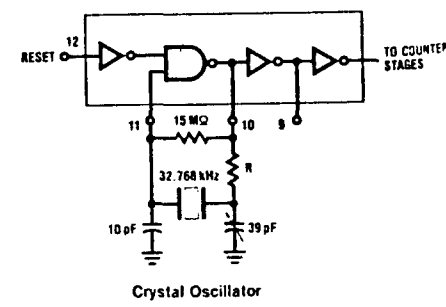
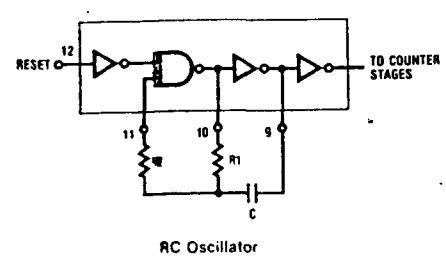
Note 2: C_{pd} determines the no-load etc.

AC Electrical Characteristics CD4060BM/CD4060BC $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$, $R_L = 200\text{ k}$, $t_r = t_f = 20\text{ ns}$, unless otherwise noted

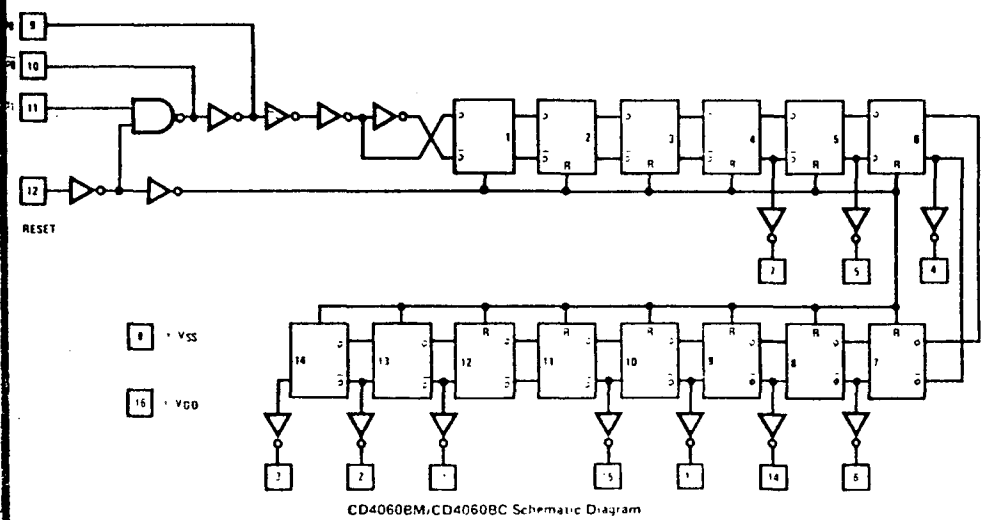
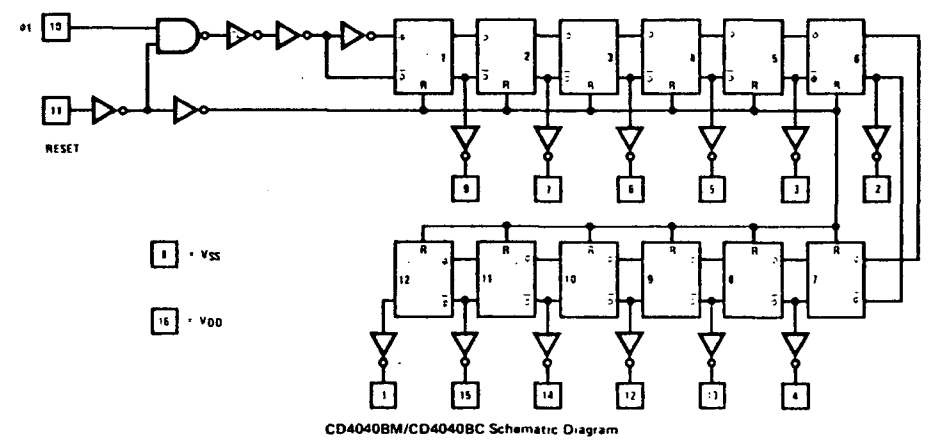
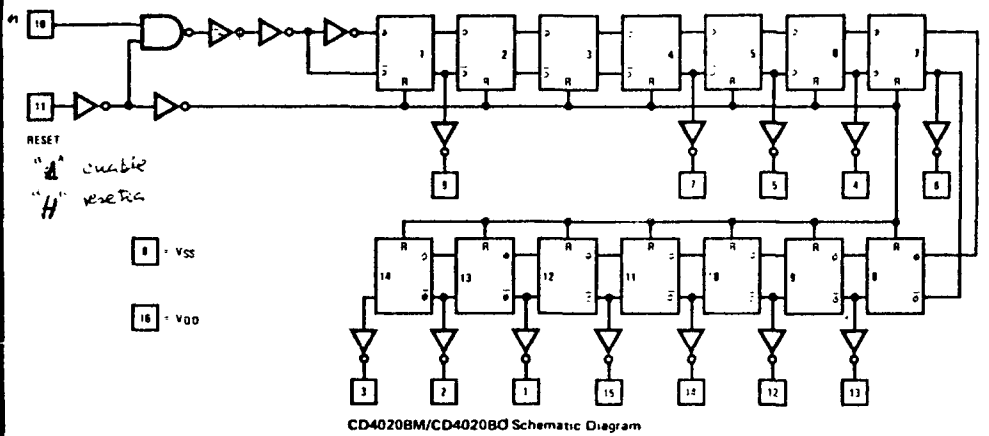
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
t_{PHL4}, t_{PLH4}	Propagation Delay Time to Q_4 $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		550 250 200	1300 525 400	ns
t_{PHL}, t_{PLH}	Interstage Propagation Delay Time from Q_n to Q_{n+1} $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		150 60 45	330 125 90	ns
t_{THL}, t_{TLH}	Transition Time $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		100 50 40	200 100 80	ns
t_{WL}, t_{WH}	Minimum Clock Pulse Width $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		170 65 50	500 170 125	ns
t_{rCL}, t_{fCL}	Maximum Clock Rise and Fall Time $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$			no limit no limit no limit	ns
f_{CL}	Maximum Clock Frequency $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$	1 3 4	3 8 10		MHz
$t_{PHL(R)}$	Reset Propagation Delay $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		200 100 80	450 210 170	ns
$t_{WH(R)}$	Minimum Reset Pulse Width $V_{DD} = 5\text{V}$ $V_{DD} = 10\text{V}$ $V_{DD} = 15\text{V}$		200 100 80	450 210 170	ns
C_{in}	Average Input Capacitance Any Input (Note 1)		5	7.5	pF
C_{pd}	Power Dissipation Capacitance (Note 2)		50		pF

Note 1: Capacitance guaranteed by periodic testing.
Note 2: C_{pd} determines the no-load etc.

CD4060B Typical Oscillator Connections



Schematic Diagrams



CD4020BM/CD4020B, CD4040BM/CD4040BC, CD4060BM/CD4060BC

THOMSON SEMICONDUCTORS

TL081
TL081A
TL081B

NOTES

J-FET INPUT SINGLE OP-AMPS

The TL081, TL081A and TL081C are high speed J-FET input single operational amplifiers incorporating well matched, high voltage J-FET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit.

The devices feature high slew rates, low input bias and offset current, and low offset voltage temperature coefficient.

- Low power consumption
- Wide common-mode and differential voltage range
- Low input bias and offset current
- Output short-circuit protection
- High input impedance J-FET input stage
- Internal frequency compensation
- Latch up free operation
- High slew rate : 13 V/ μ s (typ)

ORDERING INFORMATION

Hi-Rel versions available - See chapter 14

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE			
		DP	H	FP	GC
TL081M	-55°C to +125°C		•		•
TL081I	-25°C to +85°C	•			
TL081C	0°C to +70°C	•		•	
TL081AC	0°C to +70°C	•			
TL081BC	0°C to +70°C	•			

Examples : TL081MGC, TL081CFP, TL081IDP

J-FET INPUT SINGLE OP-AMPS

CASES

CB 98



DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE

CB 11



H SUFFIX
METAL

CB 705



GC SUFFIX
TRICE COP ALLOY

CB 342

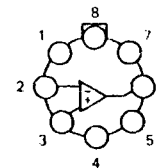


FP SUFFIX
PLASTIC METAL

PIN ASSIGNMENTS

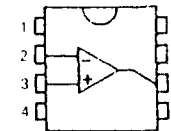
(Top views)

CB-11

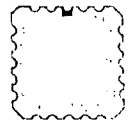


- 1 - Balance
- 2 - Inverting input
- 3 - Non-inverting input
- 4 - V_{CC}
- 5 - Balance
- 6 - Output
- 7 - V_{CC}
- 8 - NC

CB-98
CB-342



CB 705



- 1 - NC
- 2 - Balance
- 3 - NC
- 4 - NC
- 5 - Inverting input
- 6 - NC
- 7 - Non-inverting input
- 8 - NC
- 9 - NC
- 10 - V_{CC}
- 11 - NC
- 12 - Balance
- 13 - NC
- 14 - NC
- 15 - Output
- 16 - NC
- 17 - V_{CC}
- 18 - NC
- 19 - NC
- 20 - NC

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply voltage (Note 1)	V _{CC}	± 18	V
Differential input voltage (Note 2)	V _{ID}	± 30	V
Input voltage (Note 3)	V _I	± 15	V
Duration of output short-circuit (Note 4)	Unlimited	Unlimited	Unlimited
Power dissipation	P _{tot}	680	mW
Operating temperature range	T _{oper}	0 to + 70 - 25 to + 85 - 55 to + 125	°C

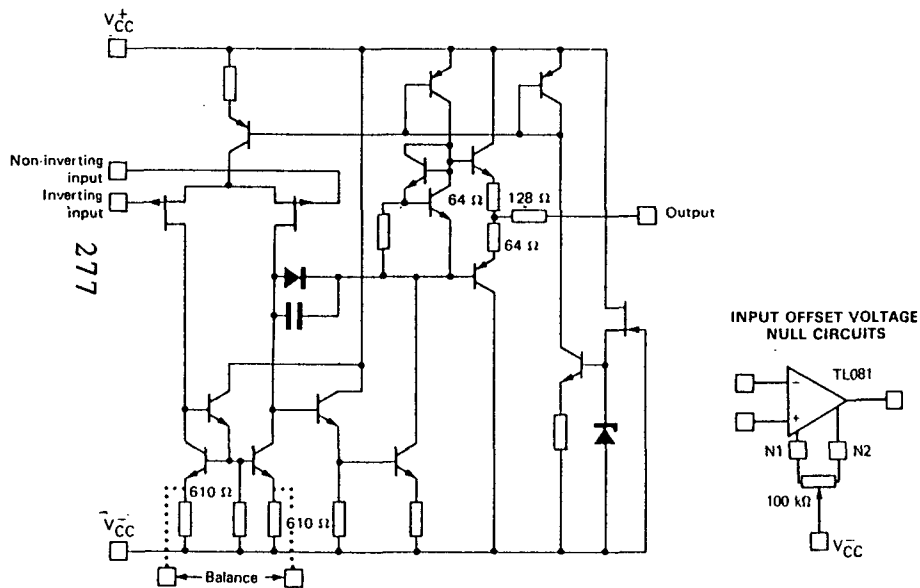
Note 1: All voltage values, except differential voltage, are with respect to the zero reference level (ground) of the supply voltages where the zero reference level is the midpoint between V_{CC}⁺ and V_{CC}⁻.

Note 2: Differential voltages are at the non-inverting input terminal with respect to the inverting input terminal.

Note 3: The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 volts, whichever is less.

Note 4: The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

SCHEMATIC DIAGRAM



CASE	Balance	Inverting Input	Non-inverting Input	Output	V _{CC} ⁺	V _{CC} ⁻	N.C.
CB-98 CB-342 CB-11	1, 5	2	3	6	7	4	8
CB-705	2, 12	5	7	15	17	10	*

* CB-705: Other pins are not connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

TL081M : - 55°C ≤ T_{amb} ≤ + 125°C

TL081I : - 25°C ≤ T_{amb} ≤ + 85°C

TL081C : 0°C ≤ T_{amb} ≤ + 70°C

V_{CC} = ± 15 V

Test conditions: all characteristics are specified under open-loop conditions unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	TL081M			TL081I			TL081C		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
Input offset voltage (R _S = 50 Ω) T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	V _{IO}	3	6	9	3	6	9	5	10	20
Temperature coefficient of input offset voltage (R _S = 50 Ω)	ΔV _{IO}	10			10			10		
Input offset current* T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	I _{IO}	5	100	20	5	100	20	5	200	5
Input bias current* T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	I _B	30	200	50	30	200	20	30	400	10
Input common mode voltage range	V _I	+ 11	+ 12		+ 11	+ 12		+ 10	+ 11	
Output voltage swing: T _{amb} = + 25°C, R _L = 10 kΩ T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max} , R _L ≥ 10 kΩ R _L ≥ 2 kΩ	V _{OPP}	24	27	24	24	27	24	24	27	24
Large signal voltage gain (R _L ≥ 2 kΩ, V _O = ± 10 V) T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	A _{VD}	50	200	25	50	200	25	15	200	25
Small signal bandwidth (T _{amb} = + 25°C)	GW _R	3			3			3		
Input resistance (T _{amb} = + 25°C)	R _I	10 ¹²			10 ¹²			10		
Common-mode rejection ratio (R _S ≥ 10 kΩ; T _{amb} = + 25°C)	CMR	80	86		80	86		70	76	
Supply voltage rejection ratio (ΔV _{CC} /ΔV _{IO}) R _S ≥ 10 kΩ; T _{amb} = + 25°C	SVR	80	86		80	86		70	76	
Supply current (per amplifier) (T _{amb} = + 25°C)	I _{CC}	1.4	2.8		1.4	2.8		1.4	2.8	

* Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC} = ± 15 V, T_{amb} = + 25°C

Characteristic	Symbol	TL081M			TL081I C		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
Slew rate (e _I = 10 V; R _L = 2 kΩ; C _L = 100 pF; A _V = 1) (See Fig. 1)	S _{VO}	8	13				13
Rise time (e _I = 20 mV; R _L = 2 kΩ; C _L = 100 pF; A _V = 1) (See Fig. 1)	t _r		0.1				0.1
Overshoot factor (e _I = 20 mV; R _L = 2 kΩ; C _L = 100 pF; A _V = 1) (See Fig. 1)	K _{OV}		10				10
Equivalent input noise voltage (R _S = 100 Ω; f = 1 kHz)	V _n		25				25

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

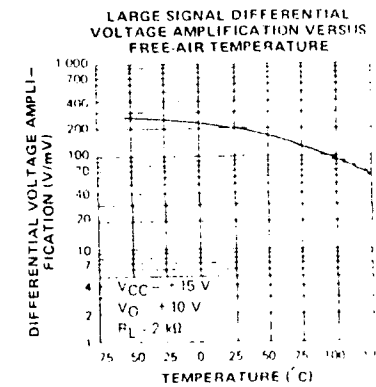
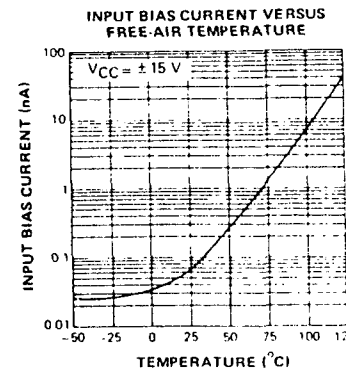
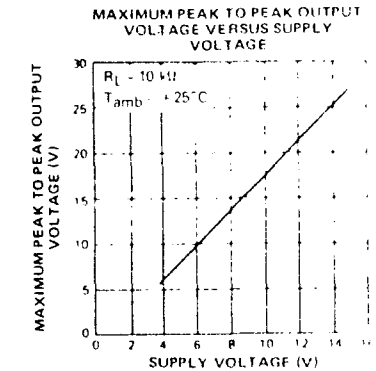
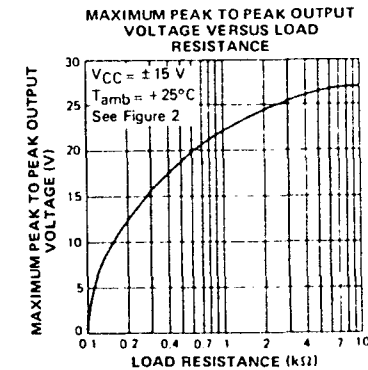
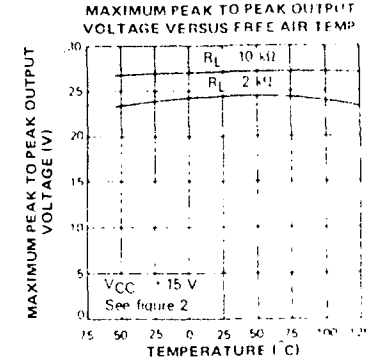
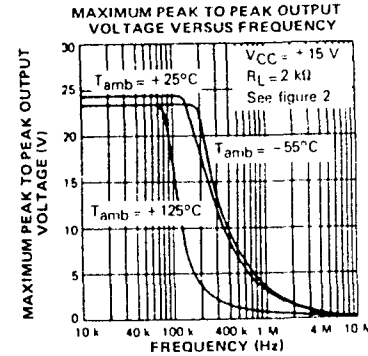
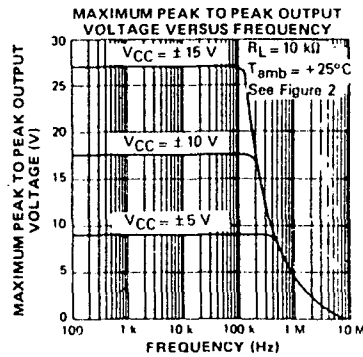
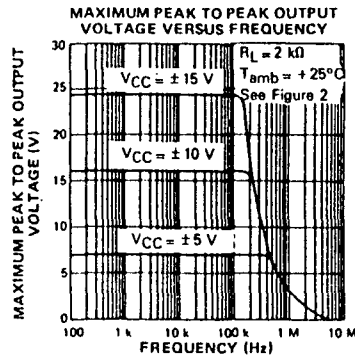
TL081C : $0^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{amb}} \leq +70^{\circ}\text{C}$

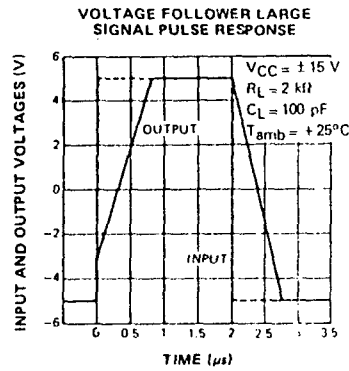
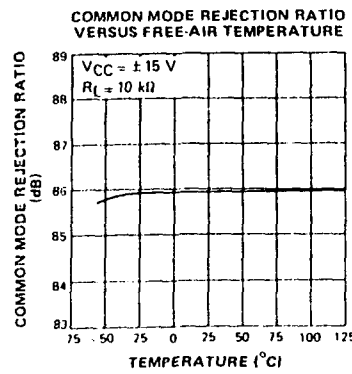
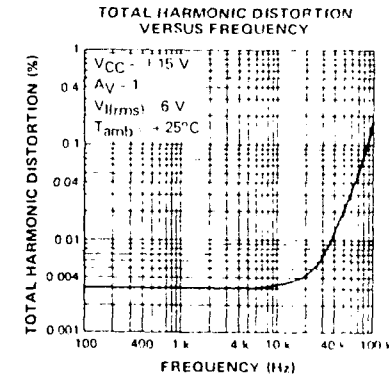
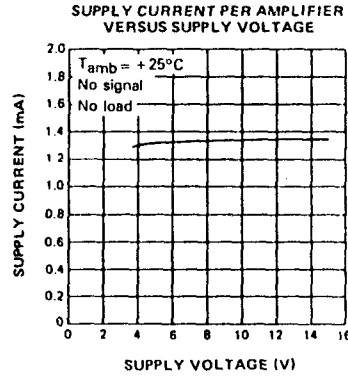
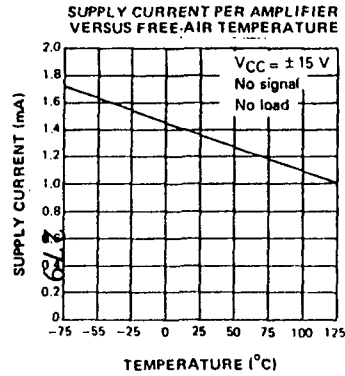
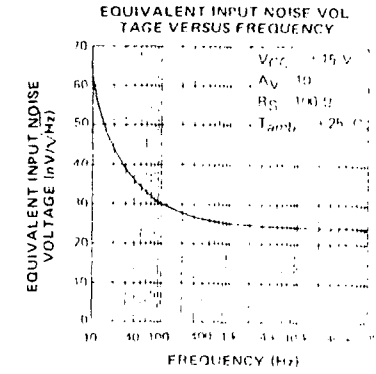
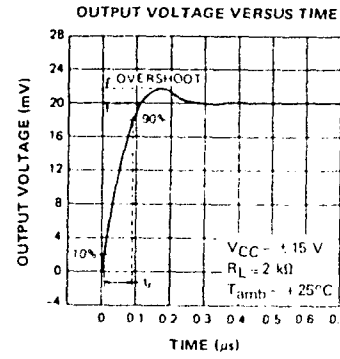
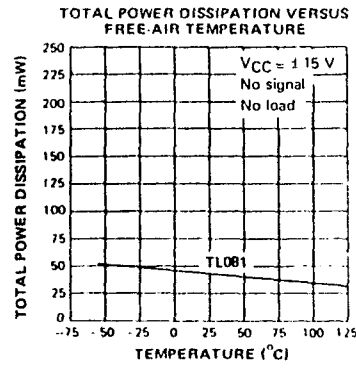
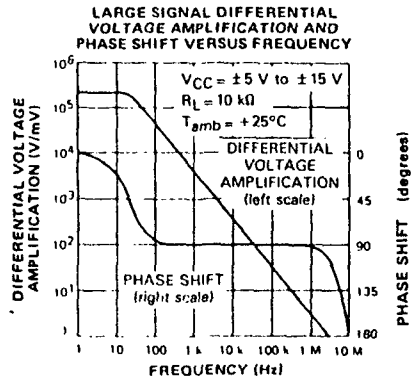
$V_{\text{CC}} = \pm 15\text{ V}$

Test conditions : all characteristics are specified under open-loop conditions unless otherwise specified.

Characteristic	Symbol	TL081C			TL081AC			TL081BC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input offset voltage ($R_S = 50\ \Omega$) $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	V_{IO}	-	5	15	-	3	6	-	2	3	mV
Temperature coefficient of input offset voltage ($R_S = 50\ \Omega$)	αV_{IO}	-	10	-	-	10	-	-	10	-	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Input offset current* $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	I_{IO}	-	5	200	-	5	100	-	5	100	pA
Input bias current* $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	I_{IB}	-	30	400	-	30	200	-	30	200	pA
Input common-mode voltage range	V_{I}	± 10	± 11	-	± 11	± 12	-	± 11	± 12	-	V
Output voltage swing : $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}, R_L = 10\ \text{k}\Omega$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}, R_L \geq 10\ \text{k}\Omega$ $R_L \geq 2\ \text{k}\Omega$	V_{OPP}	24	27	-	24	27	-	24	27	-	V
Large signal voltage gain ($R_L \geq 2\ \text{k}\Omega, V_O = \pm 10\ \text{V}$) $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	A_{VD}	25	200	-	50	200	-	50	200	-	V/mV
Small signal bandwidth ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	GWR	-	3	-	-	3	-	-	3	-	MHz
Input resistance ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	R_{I}	-	10^{12}	-	-	10^{12}	-	-	10^{12}	-	Ω
Common-mode rejection ratio ($R_S \geq 10\ \text{k}\Omega; T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	CMR	70	76	-	80	86	-	80	86	-	dB
Supply voltage rejection ratio ($\Delta V_{\text{CC}}/\Delta V_{\text{IO}}$) $R_S \geq 10\ \text{k}\Omega; T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$	SVR	70	76	-	80	86	-	80	86	-	dB
Supply current (per amplifier) ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	I_{CC}	-	1.4	2.8	-	1.4	2.8	-	1.4	2.8	mA

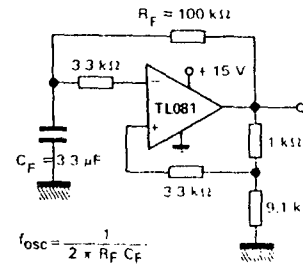
* Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as is possible.



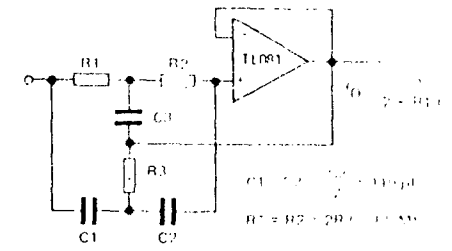


TYPICAL APPLICATIONS

(0.5 Hz) SQUARE WAVE OSCILLATOR



HIGH Q NOTCH FILTER



PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

Fig. 1: VOLTAGE FOLLOWER

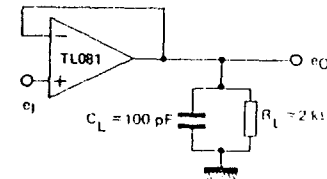
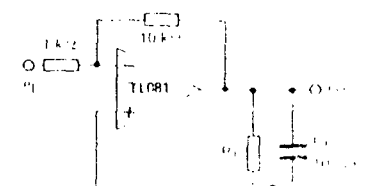
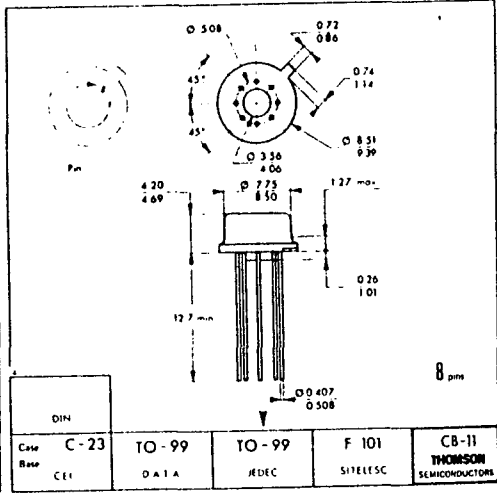
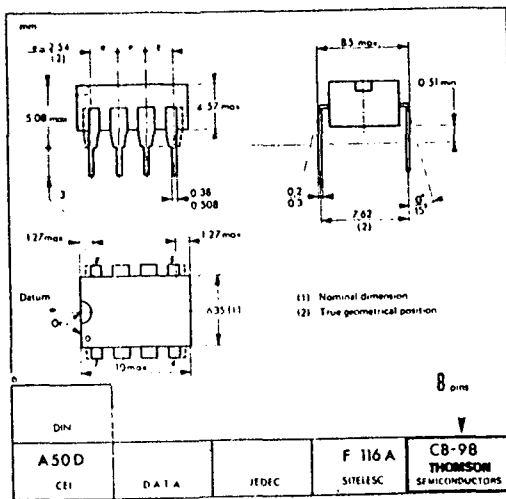


Fig. 2: GAIN OF 10 INVERTING AMPLIFIER



THOMSON SEMICONDUCTORS

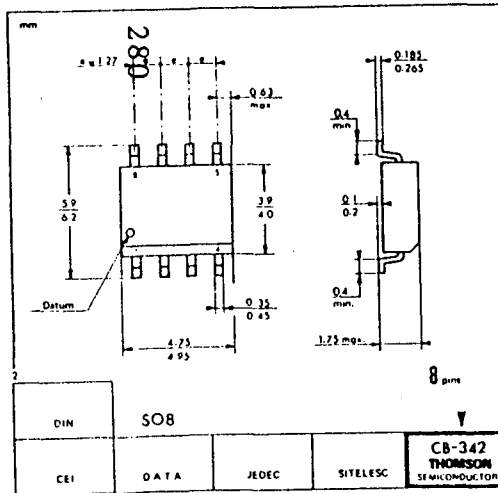
TL082
TL082A
TL082B



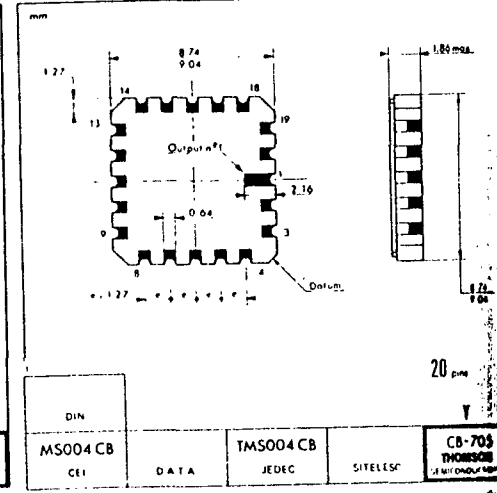
CB-98
DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE



CB-11
H SUFFIX
METAL CAN



CB-342
FP SUFFIX
PLASTIC MICROPACKAGE



CB-705
GC SUFFIX
TRICECOP (LCC)

J-FET INPUT DUAL OP-AMPS

The TL082, TL082A and TL082B are high speed J-FET input dual operational amplifiers incorporating well matched, high voltage J-FET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit.

The devices feature high slew rates, low input bias and offset current, and low offset voltage temperature coefficient.

- Low power consumption
- Wide common-mode and differential voltage range
- Low input bias and offset current
- Output short-circuit protection
- High input impedance J-FET input stage
- Internal frequency compensation
- Latch up free operation
- High slew rate : 13 V/ μ s (typ)

ORDERING INFORMATION

Hi-Rel versions available - See chapter 14

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE			
		DP	H	FP	GC
TL082M	-55°C to +125°C	•			•
TL082I	-25°C to +85°C	•			
TL082C	0°C to +70°C			•	
TL082AC	0°C to +70°C	•			
TL082BC	0°C to +70°C	•			

Examples : TL082CFP, TL082MGC, TL082IDP

J FET INPUT DUAL OP AMPS

CASES

CB-98



DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE

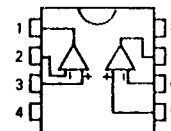
CB-705



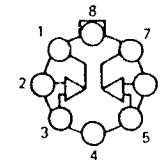
GC SUFFIX
TRICECOP (LCC)

PIN ASSIGNMENTS (Top views)

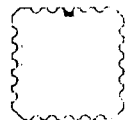
CB-98
CB-342



CB-11



CB-705



- 1 - Output (1)
- 2 - Inverting input (1)
- 3 - Non inverting input (1)
- 4 - V_{CC}
- 5 - Non inverting input (2)
- 6 - Inverting input (2)
- 7 - Output (2)
- 8 - V_{CC}

- 1 - NC
- 2 - Output (1)
- 3 - NC
- 4 - NC
- 5 - Inverting input (1)
- 6 - NC
- 7 - Non inverting input (1)
- 8 - NC
- 9 - NC
- 10 - V_{CC}
- 11 - NC
- 12 - Output (2)
- 13 - NC
- 14 - NC
- 15 - Inverting input (2)
- 16 - NC
- 17 - Non inverting input (2)
- 18 - NC
- 19 - NC
- 20 - V_{CC}

These specifications are subject to change without notice.
Please inquire with our sales offices about the availability of the different packages.

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply voltage (Note 1)	V _{CC}	± 18	V
Differential input voltage (Note 2)	V _{ID}	± 30	V
Input voltage (Note 3)	V _I	± 15	V
Duration of output short-circuit (Note 4)	~	Unlimited	—
Power dissipation	P _{tot}	680	mW
Operating temperature range	T _{oper}	0 to + 70 - 25 to + 85 - 55 to + 125	°C

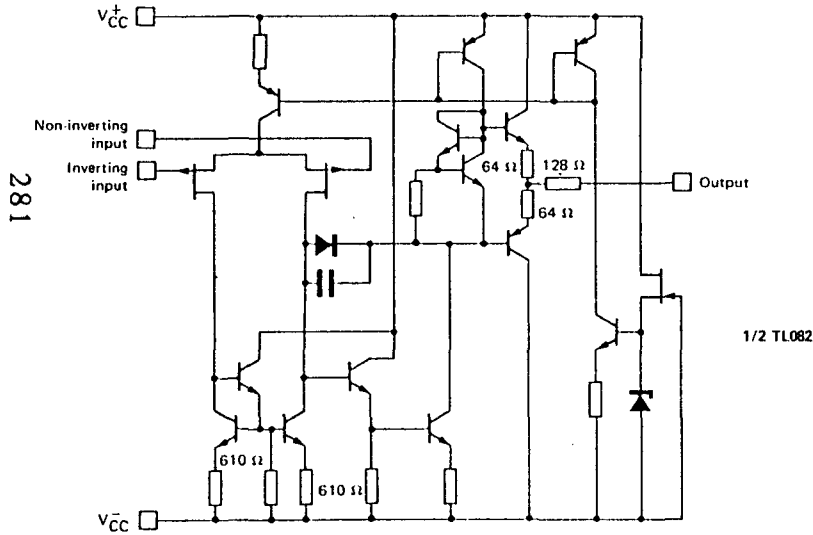
Note 1 : All voltage values, except differential voltage, are with respect to the zero reference level (ground) of the supply voltages where the zero reference level is the midpoint between V_{CC}⁺ and V_{CC}⁻

Note 2 : Differential voltages are at the non-inverting input terminal with respect to the inverting input terminal.

Note 3 : The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 volts, whichever is less.

Note 4 : The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

SCHEMATIC DIAGRAM



CASE	Outputs	Non-Inverting Inputs	Inverting Inputs	V _{CC} ⁻	V _{CC} ⁺	N.C.
CB-98 CB-342 CB-11	1, 7	3, 5	2, 6	4	8	—
CB-705	2, 17	7, 12	5, 15	10	20	*

* CB-705 : Other pins are not connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

TL082M : - 55°C ≤ T_{amb} ≤ + 125°C

TL082I : - 25°C ≤ T_{amb} ≤ + 85°C

TL082C : 0°C ≤ T_{amb} ≤ + 70°C

V_{CC} = ± 15 V

Test conditions : all characteristics are specified under open loop conditions unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	TL082M			TL082I			TL082C		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
Input offset voltage (R _S = 50 Ω) T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	V _{IO}	3	6	9	3	6	9	3	6	9
Temperature coefficient of input offset voltage (R _S = 50 Ω)	∂V _{IO}	10			10			10		
Input offset current* T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	I _{IO}	5	10	20	5	10	20	5	10	20
Input bias current* T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	I _{IB}	30	10	20	30	10	20	30	10	20
Input common-mode voltage range	V _I	11	12		11	12		11	12	
Output voltage swing : T _{amb} = + 25°C, R _L = 10 kΩ T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max} , R _L ≥ 10 kΩ R _L ≥ 2 kΩ	V _O PP	24	27		24	27		24	27	
Large signal voltage gain (R _L ≥ 2 kΩ, V _O = ± 10 V) T _{amb} = + 25°C T _{min} ≤ T _{amb} ≤ T _{max}	A _{VD}	50	200		50	200		50	200	
Small signal bandwidth (T _{amb} = + 25°C)	GW _R	3			3			3		
Input resistance (T _{amb} = + 25°C)	R _I	10 ¹²			10 ¹²			10 ¹²		
Common-mode rejection ratio (R _S ≥ 10 kΩ ; T _{amb} = + 25°C)	CMR	80	86		80	86		80	86	
Supply voltage rejection ratio (ΔV _{CC} /ΔV _{IO}) R _S ≥ 10 kΩ ; T _{amb} = + 25°C	SVR	80	86		80	86		80	86	
Supply current (per amplifier) (T _{amb} = + 25°C)	I _{CC}	1.4	2.8		1.4	2.8		1.4	2.8	
Channel separation (A _{VD} = 100, T _{amb} = + 25°C)	V _{O1} /V _{O2}	120			120			120		

* Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature dependent. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as possible.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC} = ± 15 V, T_{amb} = + 25°C

Characteristic	Symbol	TL082M			TL082I,C		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
Slew rate (e _I = 10 V ; R _L = 2 kΩ ; C _L = 100 pF ; A _V = 1) (See Fig. 1)	S _{VO}	2	13		2	13	
Rise time (e _I = 20 mV ; R _L = 2 kΩ ; C _L = 100 pF ; A _V = 1) (See Fig. 1)	t _r		0.1			0.1	
Overshoot factor (e _I = 20 mV ; R _L = 2 kΩ ; C _L = 100 pF ; A _V = 1) (See Fig. 1)	K _{OV}		10			10	
Equivalent input noise voltage (R _S = 100 Ω ; f = 1 kHz)	V _n		25			25	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

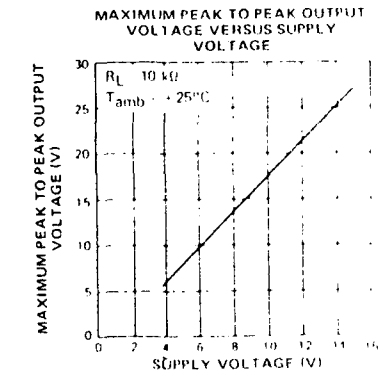
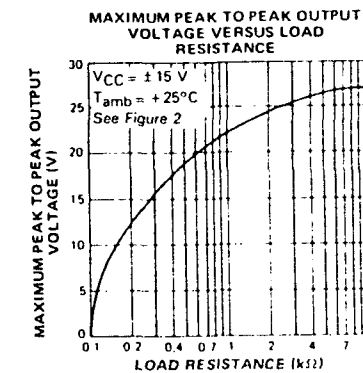
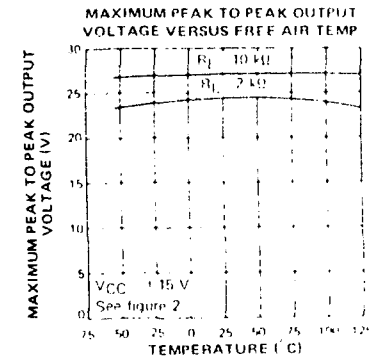
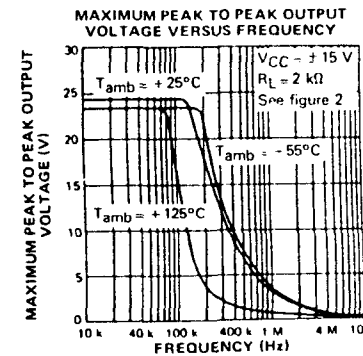
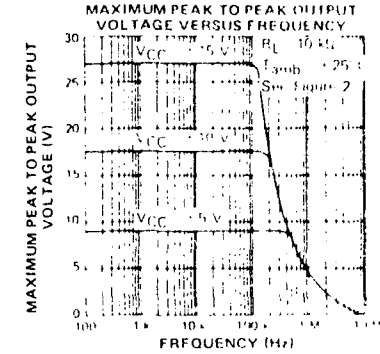
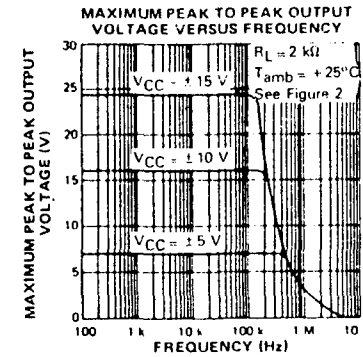
TL082C : $0^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{amb}} \leq +70^{\circ}\text{C}$

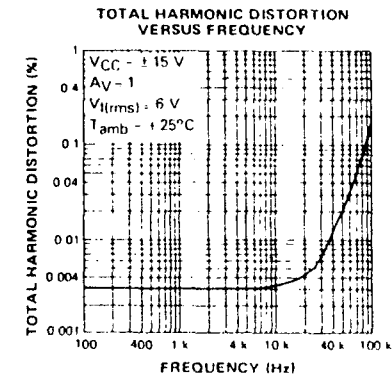
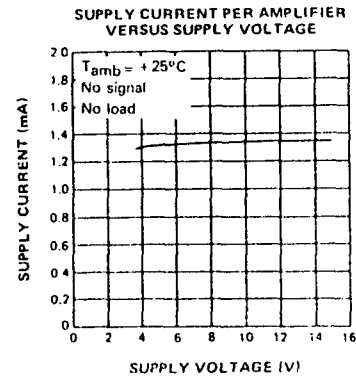
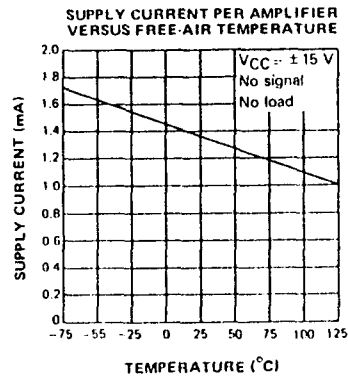
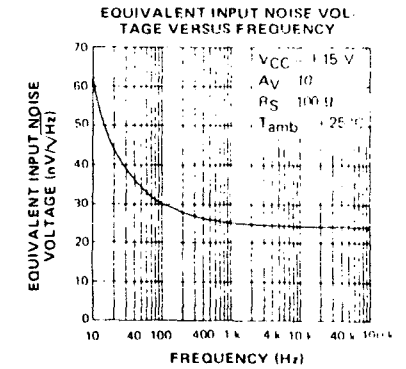
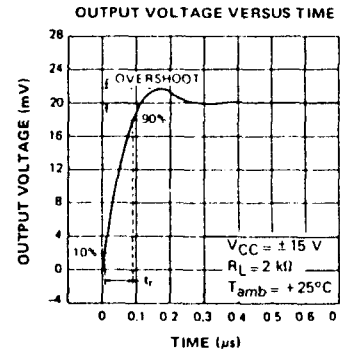
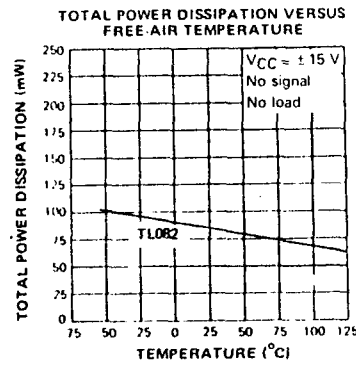
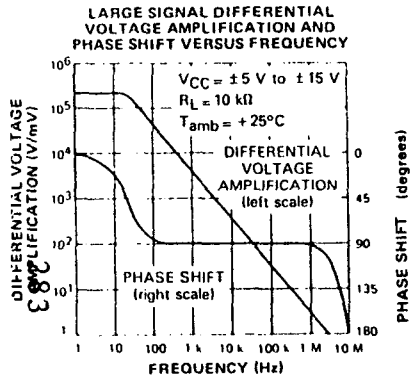
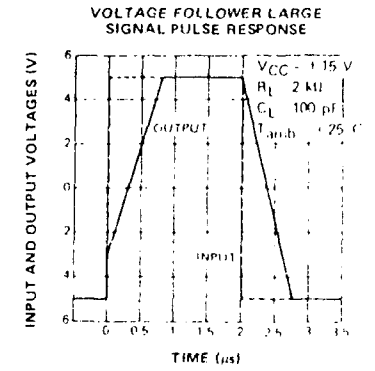
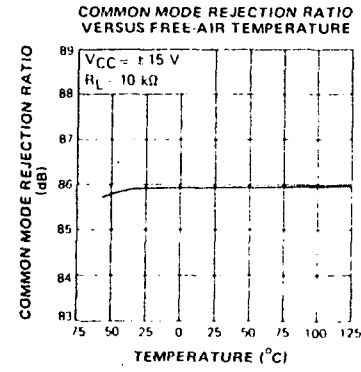
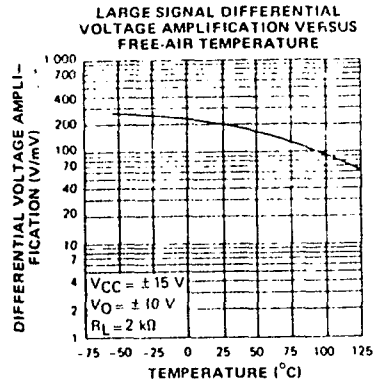
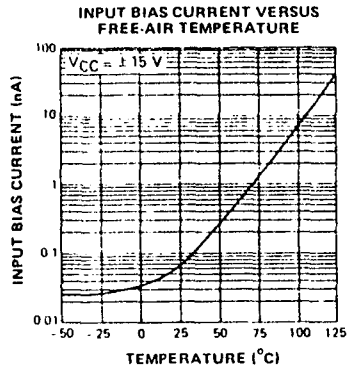
$V_{\text{CC}} = \pm 15\text{ V}$

Test conditions : all characteristics are specified under open-loop conditions unless otherwise specified.

Characteristic	Symbol	TL082C			TL082AC			TL082BC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input offset voltage ($R_S = 50\ \Omega$) $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	V_{IO}	—	5	15	—	3	6	—	2	3	mV
Temperature coefficient of input offset voltage ($R_S = 50\ \Omega$)	αV_{IO}	—	10	—	—	10	—	—	10	—	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Input offset current* $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	I_{IO}	—	5	200	—	5	100	—	5	100	pA
Input bias current* $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	I_{IB}	—	30	400	—	30	200	—	30	200	pA
Input common mode voltage range	V_{I}	± 10	± 11	—	± 11	± 12	—	± 11	± 12	—	V
Output voltage swing : $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}, R_L = 10\ \text{k}\Omega$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}, R_L > 10\ \text{k}\Omega$ $R_L \geq 2\ \text{k}\Omega$	V_{OPP}	24	27	—	24	27	—	24	27	—	V
Large signal voltage gain ($R_L \geq 2\ \text{k}\Omega, V_O = \pm 10\ \text{V}$) $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	A_{VD}	25	200	—	50	200	—	50	200	—	V/mV
Small signal bandwidth ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	GWR	—	3	—	—	3	—	—	3	—	MHz
Input resistance ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	R_{I}	—	10^{12}	—	—	10^{12}	—	—	10^{12}	—	Ω
Common mode rejection ratio ($R_S \geq 10\ \text{k}\Omega; T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	CMR	70	76	—	80	86	—	80	86	—	dB
Supply voltage rejection ratio ($\Delta V_{\text{CC}}/\Delta V_{\text{IO}}$) $R_S \geq 10\ \text{k}\Omega; T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$	SVR	70	76	—	80	86	—	80	86	—	dB
Supply current (per amplifier) ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	I_{CC}	—	1.4	2.8	—	1.4	2.8	—	1.4	2.8	mA
Channel separation ($A_{\text{VD}} = 100, T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	$V_{\text{O1}}/V_{\text{O2}}$	—	120	—	—	120	—	—	120	—	dB

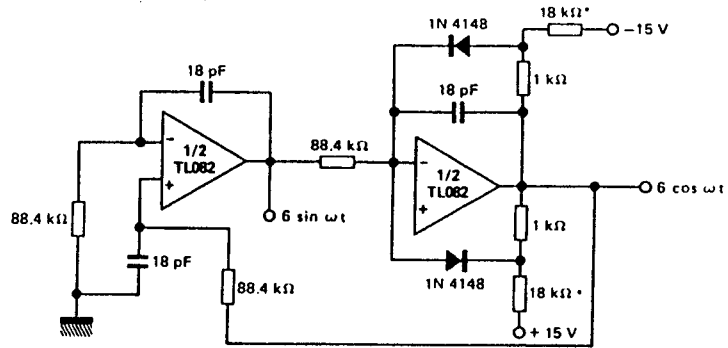
* Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as is possible.





TYPICAL APPLICATION

QUADRATURE OSCILLATOR



* These resistor values may be adjusted for a symmetrical output.

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

Fig. 1: VOLTAGE FOLLOWER

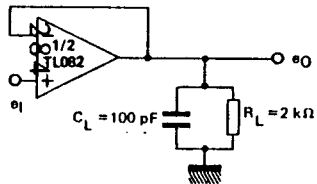
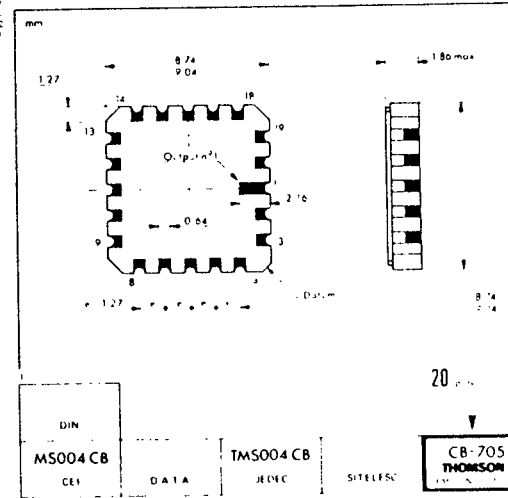
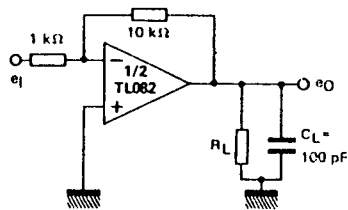


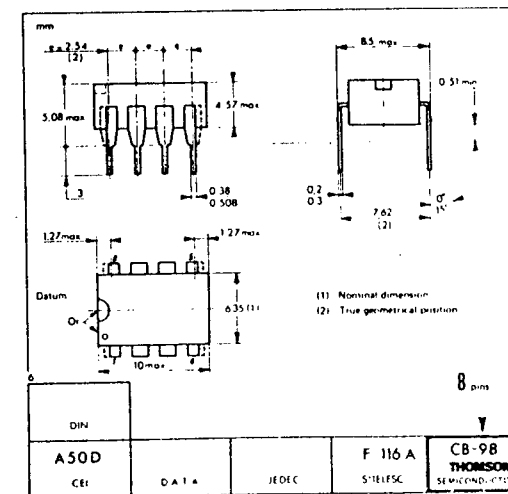
Fig. 2: GAIN-OF-10 INVERTING AMPLIFIER



CB 705



GC SUFFIX
TRICEPOP (LCC)



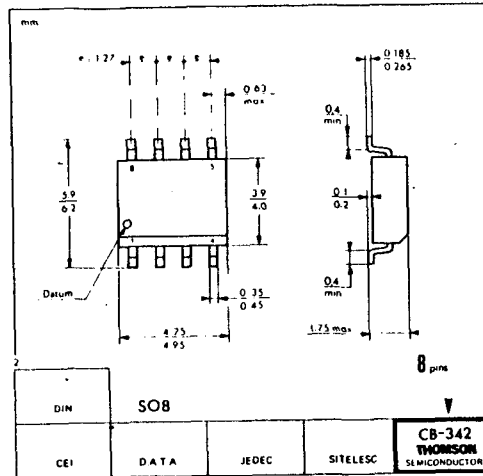
CB 98



DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE

THOMSON SEMICONDUCTORS

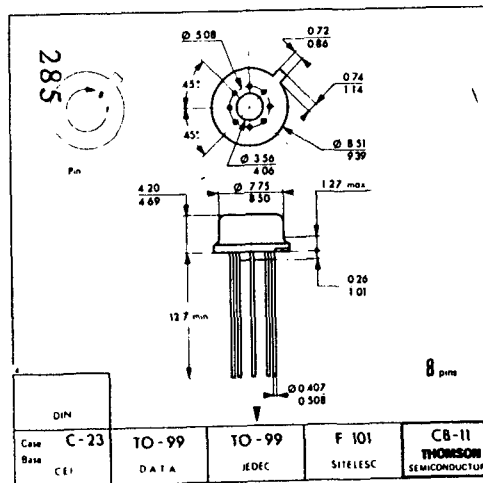
TL084
TL084A
TL084B



CB-342



FP SUFFIX
PLASTIC MICROPACKAGE



CB-11



H SUFFIX
METAL CAN

These specifications are subject to change without notice.
Please inquire with our sales offices about the availability of the different packages.

J-FET INPUT QUAD OP-AMPS

The TL084, TL084A and TL084B are high speed J-FET input quad operational amplifiers incorporating well matched, high voltage J-FET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit.

The devices feature high slew rates, low input bias and offset current, and low offset voltage temperature coefficient.

- Low power consumption
- Wide common-mode and differential voltage range
- Low input bias and offset current
- Output short-circuit protection
- High input impedance J-FET input stage
- Internal frequency compensation
- Latch up free operation
- High slew rate : 13 V/ μ s (typ)

ORDERING INFORMATION

Hi-Rel versions available - See chapter 14

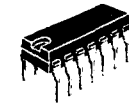
PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE			
		DP	DG	FP	GC
TL084M	-55°C to +125°C		•		•
TL084I	-25°C to +85°C	•			
TL084C	0°C to +70°C	•		•	
TL084AC	0°C to +70°C	•			
TL084BC	0°C to +70°C	•			

Examples : TL084MGC, TL084IDP, TL084CFP

J-FET INPUT QUAD OP-AMPS

CASES

CB-2



DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
DG SUFFIX
CERDIP PACKAGE

CB-511



FP SUFFIX
PLASTIC MICROPACKAGE

CB-705

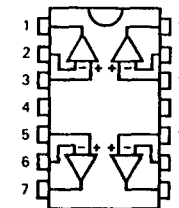


GC SUFFIX
TRICOP (LCC)

PIN ASSIGNMENTS

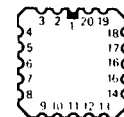
(Top views)

CB-2
CB-511



- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1 - Output (1) | 8 - Output (3) |
| 2 - Inverting input (1) | 9 - Inverting input (3) |
| 3 - Non-inverting input (1) | 10 - Non-inverting input (3) |
| 4 - VCC | 11 - VCC |
| 5 - Non-inverting input (2) | 12 - Non-inverting input (4) |
| 6 - Inverting input (2) | 13 - Inverting input (4) |
| 7 - Output (2) | 14 - Output (4) |

CB-705



- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 - NC | 11 - NC |
| 2 - Output 1 | 12 - Output 3 |
| 3 - Inverting input 1 | 13 - Inverting input 3 |
| 4 - Non-inverting input 1 | 14 - Non-inverting input 3 |
| 5 - NC | 15 - NC |
| 6 - VCC | 16 - VCC |
| 7 - NC | 17 - NC |
| 8 - Non-inverting input 2 | 18 - Non inverting input 4 |
| 9 - Inverting input 2 | 19 - Inverting input 4 |
| 10 - Output 2 | 20 - Output 4 |

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply voltage (Note 1)	V_{CC}	± 18	V
Differential input voltage (Note 2)	V_{ID}	± 30	V
Input voltage (Note 3)	V_I	± 15	V
Duration of output short-circuit (Note 4)	—	Unlimited	—
Power dissipation	P_{tot}	680	mW
Operating temperature range	T_{oper}	0 to + 70 - 25 to + 85 - 55 to + 125	$^{\circ}C$

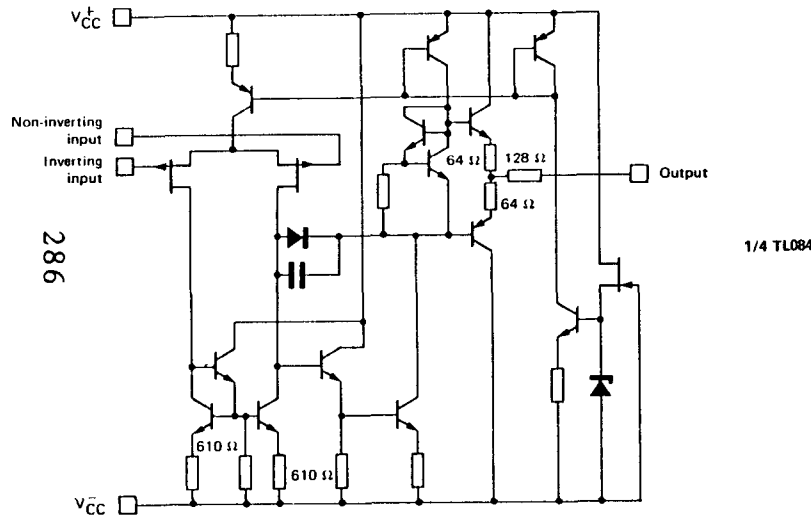
Note 1 : All voltage values, except differential voltage, are with respect to the zero reference level (ground) of the supply voltages where the zero reference level is the midpoint between V_{CC}^+ and V_{CC}^-

Note 2 : Differential voltages are at the non inverting input terminal with respect to the inverting input terminal.

Note 3 : The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 volts, whichever is less.

Note 4 : The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

SCHEMATIC (each amplifier)



286

CASE	Outputs	Inverting inputs	Non-inverting inputs	V_{CC}^+	V_{CC}^-	N.C.
CB-2 CB-511	1, 7, 14, 8	2, 6, 13, 9	3, 5, 12, 10	4	11	—
CB-705	2, 10, 12, 20	3, 9, 13, 19	4, 8, 14, 18	6	16	*

* CB-705 : Other pins are not connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

TL084M : $-55^{\circ}C \leq T_{amb} \leq +125^{\circ}C$

TL084I : $-25^{\circ}C \leq T_{amb} \leq +85^{\circ}C$

TL084C : $0^{\circ}C \leq T_{amb} \leq +70^{\circ}C$

$V_{CC} = \pm 15 V$

Test conditions : all characteristics are specified under open-loop conditions unless otherwise specified.

Characteristic	Symbol	TL084M			TL084I			TL084C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input offset voltage ($R_S = 50 \Omega$) $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	V_{IO}	—	3	6	—	3	6	—	5	15	mV
Temperature coefficient of input offset voltage ($R_S = 50 \Omega$)	αV_{IO}	—	10	—	—	10	—	—	10	—	$\mu V/^{\circ}C$
Input offset current* $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	I_{IO}	—	5	100	—	5	100	—	5	200	pA
Input bias current* $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	I_{IB}	—	30	200	—	30	200	—	30	400	pA
Input common-mode voltage range	V_I	± 11	± 12	—	± 11	± 12	—	± 10	± 11	—	V
Output voltage swing : $T_{amb} = +25^{\circ}C, R_L = 10 k\Omega$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}, R_L \geq 10 k\Omega$ $R_L \geq 2 k\Omega$	V_{OPP}	24 24 20	27 — 24	— 24 —	24 27 —	— 24 20	— 24 24	— 24 20	— 27 24	— — —	V
Large signal voltage gain ($R_L \geq 2 k\Omega, V_O = \pm 10 V$) $T_{amb} = +25^{\circ}C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	A_{VD}	50 25	200 —	— —	50 25	200 —	— —	25 15	200 —	— —	V/mV
Small signal bandwidth ($T_{amb} = +25^{\circ}C$)	GW_R	—	3	—	—	3	—	—	3	—	MHz
Input resistance ($T_{amb} = +25^{\circ}C$)	R_I	—	10^{12}	—	—	10^{12}	—	—	10^{12}	—	Ω
Common-mode rejection ratio ($R_S \geq 10 k\Omega; T_{amb} = +25^{\circ}C$)	CMR	80	86	—	80	86	—	70	76	—	dB
Supply voltage rejection ratio ($\Delta V_{CC}/\Delta V_{IO}$) $R_S \geq 10 k\Omega; T_{amb} = +25^{\circ}C$	SVR	80	86	—	80	86	—	70	76	—	dB
Supply current (per amplifier) ($T_{amb} = +25^{\circ}C$)	I_{CC}	—	1.4	2.8	—	1.4	2.8	—	1.4	2.8	mA
Channel separation ($A_{VD} = 100, T_{amb} = +25^{\circ}C$)	V_{O1}/V_{O2}	—	120	—	—	120	—	—	120	—	dB

* Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as is possible.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$V_{CC} = \pm 15 V, T_{amb} = +25^{\circ}C$

Characteristic	Symbol	TL084M			TL084I,C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Slew rate ($e_I = 10 V; R_L = 2 k\Omega; C_L = 100 pF; A_V = 1$) (See Fig. 1)	S_{VO}	8	13	—	—	13	—	V/ μs
Rise time ($e_I = 20 mV; R_L = 2 k\Omega; C_L = 100 pF; A_V = 1$) (See Fig. 1)	t_r	—	0.1	—	—	0.1	—	μs
Overshoot factor ($e_I = 20 mV; R_L = 2 k\Omega; C_L = 100 pF; A_V = 1$) (See Fig. 1)	K_{OV}	—	10	—	—	10	—	%
Equivalent input noise voltage ($R_S = 100 \Omega; f = 1 kHz$)	V_n	—	25	—	—	25	—	nV/ \sqrt{Hz}

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

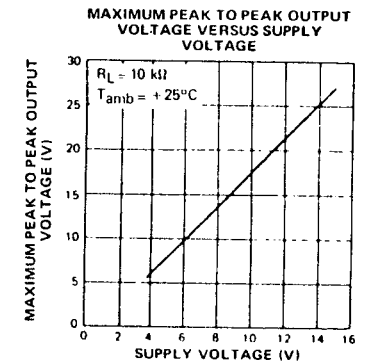
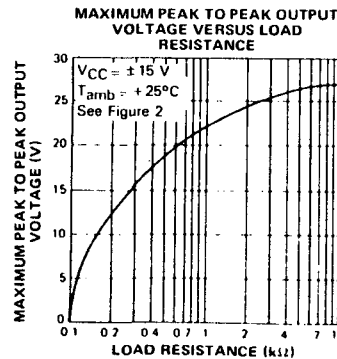
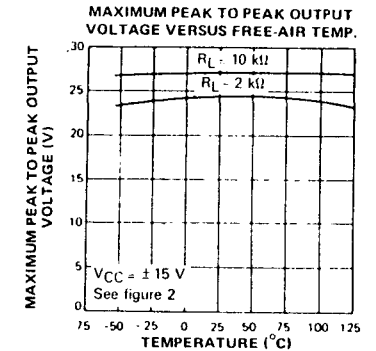
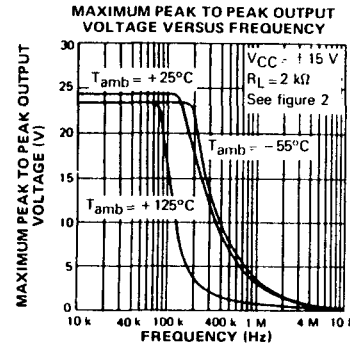
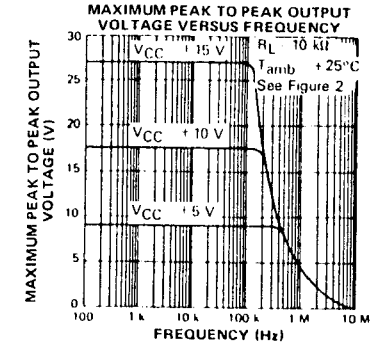
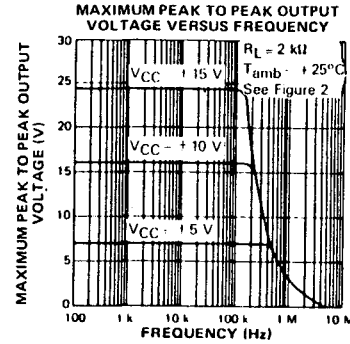
TL084C : $0^{\circ}\text{C} \leq T_{\text{amb}} \leq +70^{\circ}\text{C}$

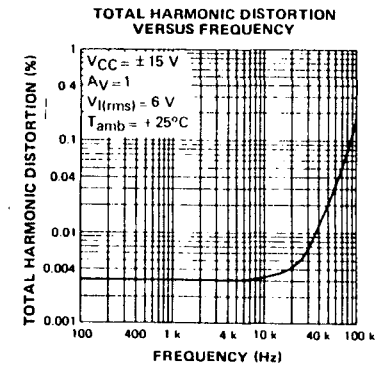
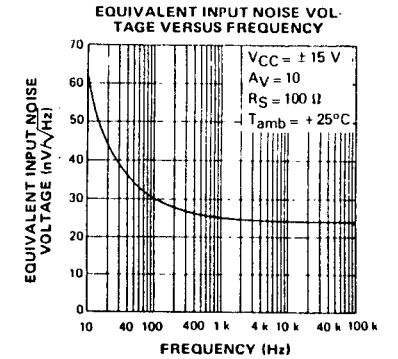
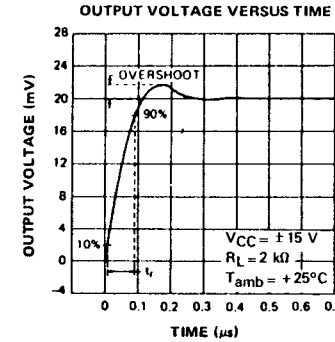
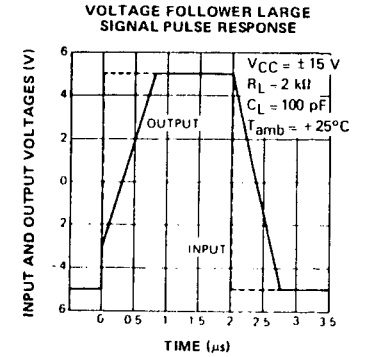
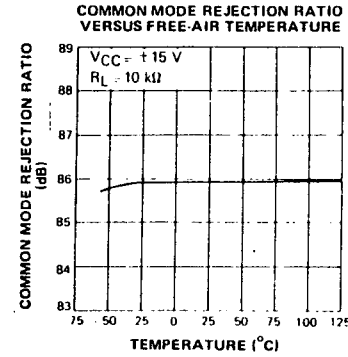
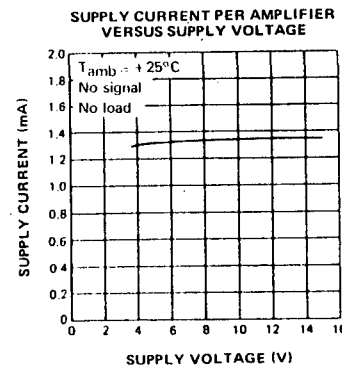
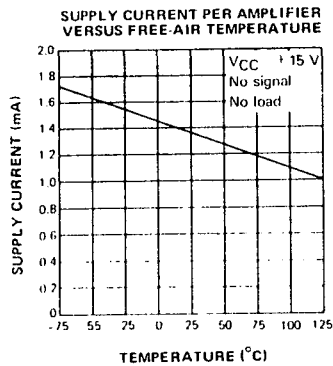
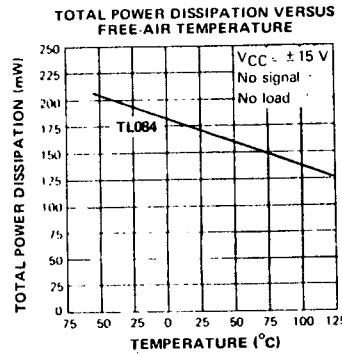
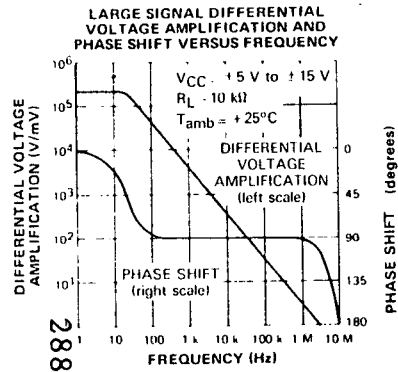
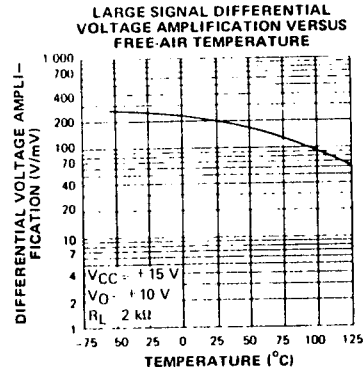
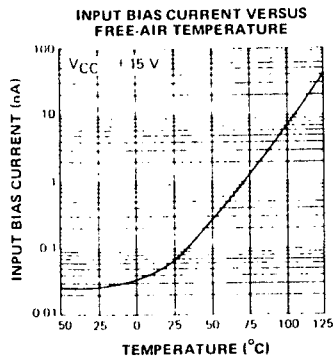
$V_{\text{CC}} = +15\text{V}$

Test conditions : all characteristics are specified under open-loop conditions unless otherwise specified.

Characteristic	Symbol	TL084C			TL084AC			TL084BC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input offset voltage ($R_S = 50\ \Omega$) $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	V_{IO}	-	5	15	-	3	6	-	2	3	mV
Temperature coefficient of input offset voltage ($R_S = 50\ \Omega$)	αV_{IO}	-	10	-	-	10	-	-	10	-	$\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$
Input offset current* $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	I_{IO}	-	5	200	-	5	100	-	5	100	pA nA
Input bias current* $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	I_{B}	-	30	400	-	30	200	-	30	200	pA nA
Input common-mode voltage range	V_{I}	± 10	± 11	-	± 11	± 12	-	± 11	± 12	-	V
Output voltage swing : $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}, R_L = 10\ \text{k}\Omega$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}, R_L \geq 10\ \text{k}\Omega$ $R_L \geq 2\ \text{k}\Omega$	V_{OPP}	24 24 20	27 - 24	- - 20	24 24 20	27 - 24	- - 20	24 24 20	27 - 24	- - 20	V
Large signal voltage gain ($R_L \geq 2\ \text{k}\Omega, V_O = \pm 10\ \text{V}$) $T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{min}} \leq T_{\text{amb}} \leq T_{\text{max}}$	A_{VD}	25 15	200	-	50 25	200	-	50 25	200	-	V/mV
Small signal bandwidth ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	GWR	-	3	-	-	3	-	-	3	-	MHz
Input resistance ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	R_{I}	-	10^{12}	-	-	10^{12}	-	-	10^{12}	-	Ω
Common mode rejection ratio ($R_S \geq 10\ \text{k}\Omega; T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	CMR	70	76	-	80	86	-	80	86	-	dB
Supply voltage rejection ratio ($\Delta V_{\text{CC}}/\Delta V_{\text{IO}}$) $R_S \geq 10\ \text{k}\Omega; T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$	SVR	70	76	-	80	86	-	80	86	-	dB
Supply current (per amplifier) ($T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	I_{CC}	-	1.4	2.8	-	1.4	2.8	-	1.4	2.8	mA
Channel separation ($A_{\text{VD}} = 100, T_{\text{amb}} = +25^{\circ}\text{C}$)	$V_{\text{O1}}/V_{\text{O2}}$	-	120	-	-	120	-	-	120	-	dB

* Input bias currents of a FET-input operational amplifier are normal junction reverse currents, which are temperature sensitive. Pulse techniques must be used that will maintain the junction temperature as close to the ambient temperature as is possible.





PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

Fig. 1 : VOLTAGE FOLLOWER

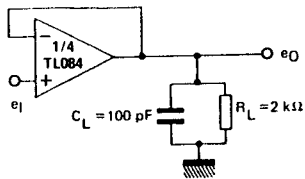
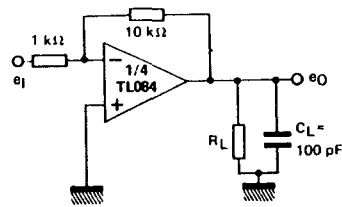
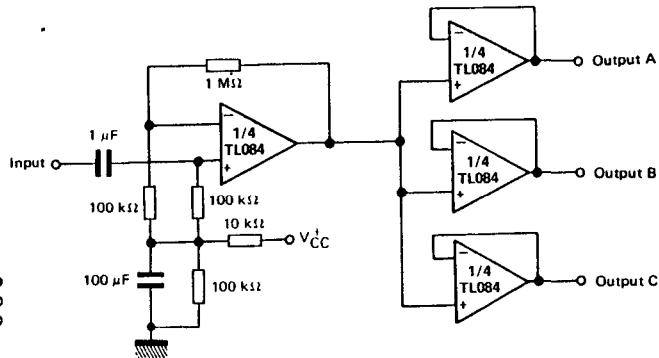


Fig. 2 : GAIN-OF-10 INVERTING AMPLIFIER



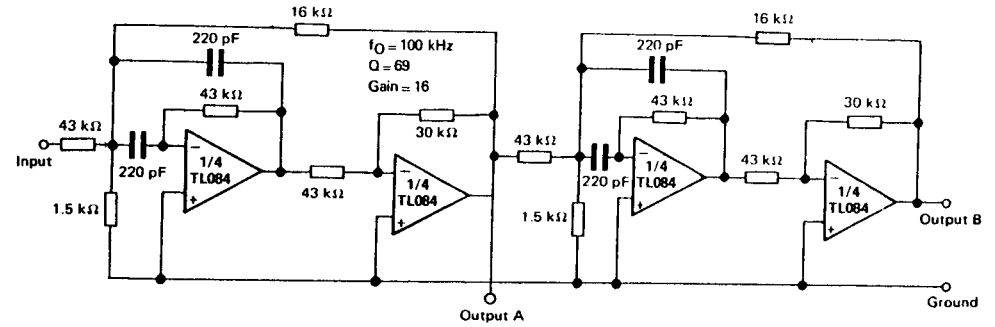
AUDIO DISTRIBUTION AMPLIFIER

$f_0 = 100 \text{ kHz}$

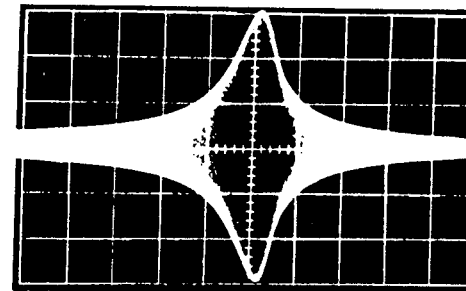


289

TYPICAL APPLICATION
POSITIVE FEEDBACK BANDPASS FILTER



OUTPUT A

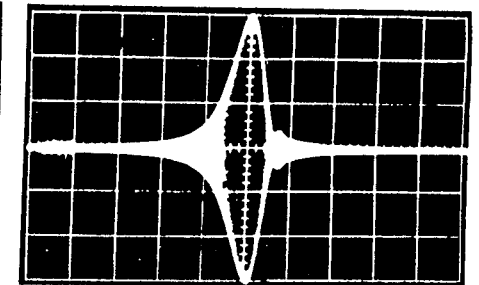


2 kHz/div

SECOND ORDER BANDPASS FILTER

$f_0 = 100 \text{ kHz}$; $Q = 30$; Gain = 4

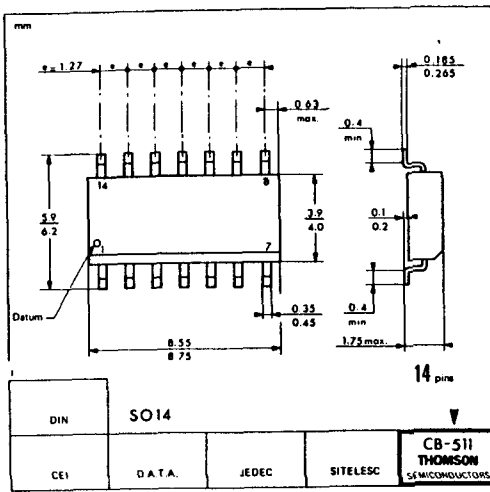
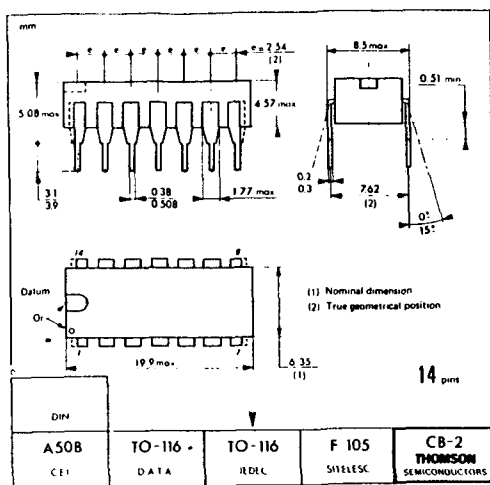
OUTPUT B



2 kHz/div.

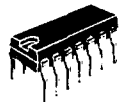
CASCADED BANDPASS FILTER

$f_0 = 100 \text{ kHz}$; $Q = 69$; Gain = 16



DIN	TO-116			CB-2
CE1	DATA	REEL	SITELESC	THOMSON SEMICONDUCTORS

DIN	SO14			CB-511
CE1	DATA	JEDEC	SITELESC	THOMSON SEMICONDUCTORS

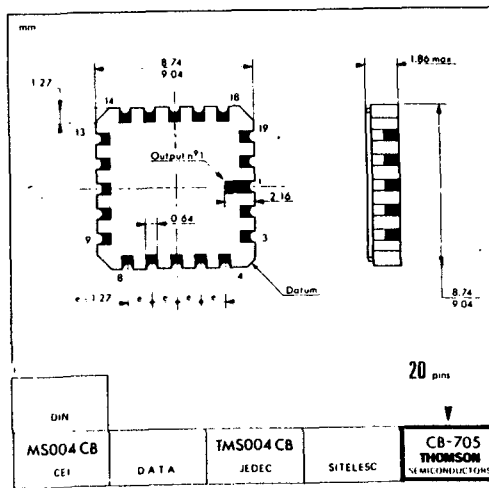


CB-2
DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
DG SUFFIX
CERDIP PACKAGE



CB-511
FP SUFFIX
PLASTIC MICROPACKAGE

290



DIN	MS004 CB	TMS004 CB	CB-705
CE1	DATA	JEDEC	THOMSON SEMICONDUCTORS



CB-705
GC SUFFIX
TRICOP (LCC)

These specifications are subject to change without notice.
Please inquire with our sales offices about the availability of the different packages.

THOMSON SEMICONDUCTORS

UA741

GENERAL-PURPOSE SINGLE OP-AMPS

The UA741 is a high performance monolithic operational amplifier constructed on a single silicon chip. It is intended for a wide range of analog applications.

- Summing amplifier.
- Voltage follower.
- Integrator.
- Active filter.
- Function generator.

The high gain and wide range of operating voltages provide superior performance in integrator, summing amplifier, and general feedback applications. The internal compensation network (6 dB/octave) insures stability in closed loop applications.

- Large input voltage range.
- No latch-up.
- High gain.
- Short-circuit protection.
- No frequency compensation required.
- Same pin configuration as the UA709.

ORDERING INFORMATION

Hi-Rel versions available - See chapter 14

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE					
		H	DG	GC	DP 8	DP 14	FP
UA741C	0°C to + 70°C	•	•	•	•	•	•
UA741I	-25°C to + 85°C	•	•	•	•	•	•
UA741M	-55°C to + 125°C	•	•	•	•	•	•

Examples : UA741CDP8, UA741IH

GENERAL-PURPOSE SINGLE OP-AMPS

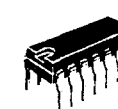
CASES

CB-11
(TO 99)



H SUFFIX
METAL CAN

CB-2
(TO 116)



DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE

CB-98



DP SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
DG SUFFIX
CERDIP PACKAGE

CB-342



FP SUFFIX
PLASTIC
MICROPACKAGE

CB-705

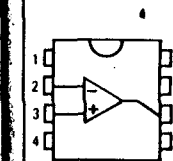


GC SUFFIX
TRICOP (LCC)

PIN ASSIGNMENTS

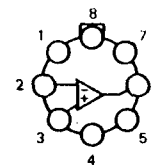
(Top views)

CB-98
CB-342



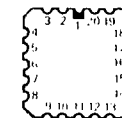
- 1 - Offset null
- 2 - Inverting input
- 3 - Non-inverting input
- 4 - V_{CC}
- 5 - Offset null
- 6 - Output
- 7 - V_{CC}
- 8 - NC

CB-11



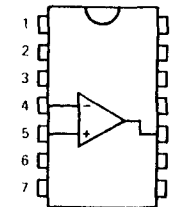
- 1 - NC
- 2 - Offset null
- 3 - NC
- 4 - NC
- 5 - Inverting input
- 6 - NC
- 7 - Non inverting input
- 8 - NC
- 9 - NC
- 10 - V_{CC}

CB-705



- 11 - NC
- 12 - Offset null
- 13 - NC
- 14 - NC
- 15 - Output
- 16 - NC
- 17 - V_{CC}
- 18 - V_{CC}
- 19 - NC
- 20 - NC

CB-2



- 1 - NC
- 2 - NC
- 3 - Offset null
- 4 - Inverting input
- 5 - Non inverting input
- 6 - V_{CC}
- 7 - NC
- 8 - NC
- 9 - Offset null
- 10 - Output
- 11 - V_{CC}
- 12 - NC
- 13 - NC
- 14 - NC

Absolute Maximum Ratings

Internal Power Dissipation (Note 1)	500 mW
Applied Voltage (Note 2)	30V
Differential Input Signal ($V_7 - V_8$)	$\pm 5.0V$
Differential Input Signal ($V_4 - V_1$)	$\pm (5 + I_B R_{D1})V$
Input Signal ($V_2 - V_1, V_3 - V_4$)	5.0V
Bias Current (I_B)	12 mA
Operating Temperature Range	LM1596: $-55^\circ C$ to $+125^\circ C$ LM1496: $0^\circ C$ to $+70^\circ C$
Storage Temperature Range	$-65^\circ C$ to $+150^\circ C$
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	$300^\circ C$

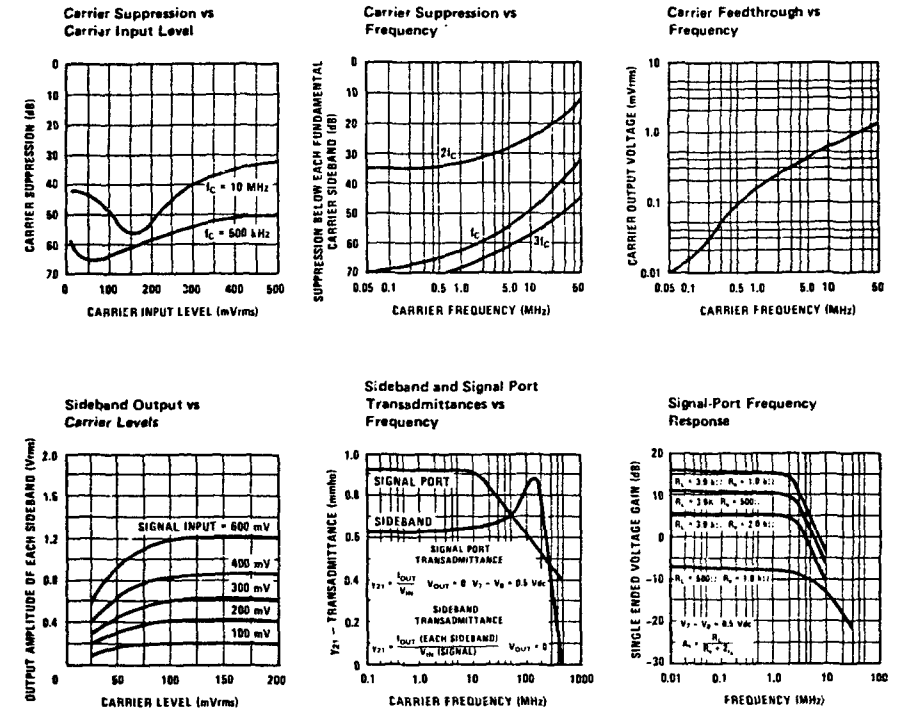
Electrical Characteristics ($T_A = 25^\circ C$, unless otherwise specified, see test circuit)

PARAMETER	CONDITIONS	LM1596		LM1496		UNITS	
		MIN	TYP	MIN	TYP		MAX
Carrier Feedthrough	$V_C = 60$ mVrms sine wave $f_C = 1.0$ kHz, offset adjusted		40		40	μV rms	
	$V_C = 60$ mVrms sine wave $f_C = 10$ MHz, offset adjusted		140		140	μV rms	
	$V_C = 300$ mV _{pp} square wave $f_C = 1.0$ kHz, offset adjusted		0.04	0.2	0.04	0.2	mVrms
	$V_C = 300$ mV _{pp} square wave $f_C = 1.0$ kHz, offset not adjusted		20	100	20	150	mVrms
	$V_C = 300$ mV _{pp} square wave $f_C = 1.0$ kHz, offset not adjusted						
Carrier Suppression	$f_C = 10$ kHz, 300 mVrms $f_C = 500$ kHz, 60 mVrms sine wave offset adjusted	50	65	50	65	dB	
	$f_C = 10$ kHz, 300 mVrms $f_C = 10$ MHz, 60 mVrms sine wave offset adjusted		50		50	dB	
Transmittance Bandwidth	$R_L = 50\Omega$ Carrier Input Port, $V_C = 60$ mVrms sine wave $f_C = 1.0$ kHz, 300 mVrms sine wave		300		300	MHz	
	Signal Input Port, $V_S = 300$ mVrms sine wave $V_7 - V_8 = 0.5Vdc$		80		80	MHz	
Voltage Gain, Signal Channel	$V_S = 100$ mVrms, $f = 1.0$ kHz $V_7 - V_8 = 0.5Vdc$	2.5	3.5	2.5	3.5	V/V	
Input Resistance, Signal Port	$f = 5.0$ MHz $V_7 - V_8 = 0.5Vdc$		200		200	k Ω	
Input Capacitance, Signal Port	$f = 5.0$ MHz $V_7 - V_8 = 0.5Vdc$		2.0		2.0	pF	
Single Ended Output Resistance	$f = 10$ MHz		40		40	k Ω	
Single Ended Output Capacitance	$f = 10$ MHz		5.0		5.0	pF	
Input Bias Current	$(I_1 + I_4)/2$		12	25	12	30	μA
Input Bias Current	$(I_7 + I_8)/2$		12	25	12	30	μA
Input Offset Current	$(I_1 - I_4)$		0.7	5.0	0.7	5.0	μA
Input Offset Current	$(I_7 - I_8)$		0.7	5.0	0.7	5.0	μA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current	$-55^\circ C < T_A < +125^\circ C$ $0^\circ C < T_A < +70^\circ C$		2.0		2.0	nA/ $^\circ C$	
Output Offset Current	$(I_6 - I_9)$		14	50	14	60	μA
Average Temperature Coefficient of Output Offset Current	$-55^\circ C < T_A < +125^\circ C$ $0^\circ C < T_A < +70^\circ C$		90		90	nA/ $^\circ C$	
Signal Port Common Mode Input Voltage Range	$f_S = 1.0$ kHz		5.0		5.0	V _{pp}	
Signal Port Common Mode Rejection Ratio	$V_7 - V_8 = 0.5Vdc$		-85		-85	dB	
Common Mode Quiescent Output Voltage			8.0		8.0	Vdc	
Differential Output Swing Capability			8.0		8.0	V _{pp}	
Positive Supply Current	$(I_6 + I_9)$		2.0	3.0	2.0	3.0	mA
Negative Supply Current	(I_{10})		3.0	4.0	3.0	4.0	mA
Power Dissipation			33		33	mW	

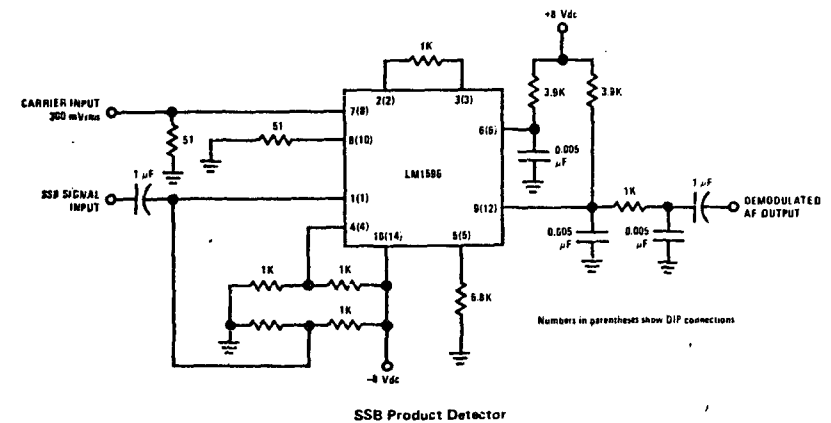
Note 1: LM1596 rating applies to case temperatures to $+125^\circ C$; derate linearly at 6.5 mW/ $^\circ C$ for ambient temperature above $75^\circ C$. LM1496 rating applies to case temperatures to $+70^\circ C$.

Note 2: Voltage applied between pins 6-7, 8-1, 9-7, 9-8, 7-4, 7-1, 8-4, 6-8, 2-5, 3-5.

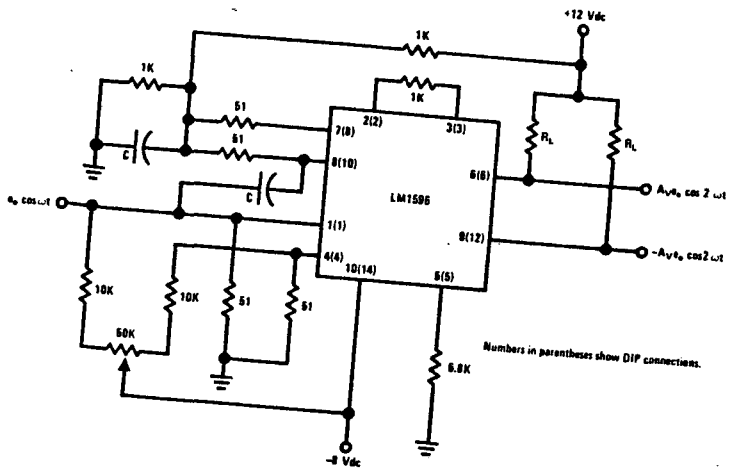
Typical Performance Characteristics



Typical Applications (Continued)



This figure shows the LM1596 used as a single sideband (SSB) suppressed carrier demodulator (product detector). The carrier signal is applied to the carrier input port with sufficient amplitude for switching operation. A carrier input level of 300 mVrms is optimum. The composite SSB signal is applied to the signal input port with an amplitude of 5.0 to 500 mVrms. All output signal components except the desired demodulated audio are filtered out, so that an offset adjustment is not required. This circuit may also be used as an AM detector by applying composite and carrier signals in the same manner as described for product detector operation.



Broadband Frequency Doubler

The frequency doubler circuit shown will double low-level signals with low distortion. The value of C should be chosen for low reactance at the operating frequency. Signal level at the carrier input must be less than 25 mV peak to maintain operation in the linear region of the switching differential amplifier. Levels to 50 mV peak may be used with some distortion of the output waveform. If a larger input signal is available a resistive divider may be used at the carrier input, with full signal applied to the signal input.

293

LM1800 Phase-Locked Loop FM Stereo Demodulator

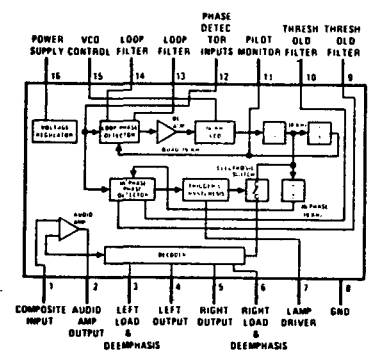
General Description

The LM1800 is a second generation integrated FM stereo demodulator using phase locked loop techniques to regenerate the 38 kHz subcarrier. The numerous features integrated on the die make possible a system delivering high fidelity sound while still meeting the cost requirements of inexpensive stereo receivers. More information available in AN-81.

Features

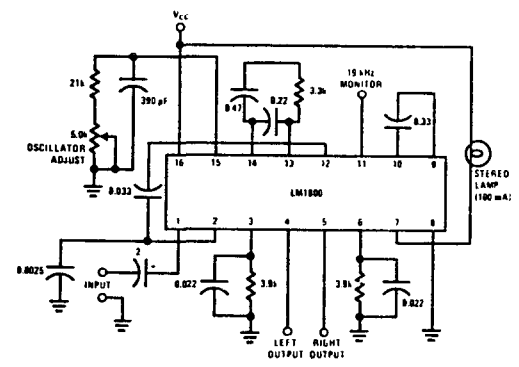
- Automatic stereo/monaural switching
- 45 dB power supply rejection
- No coils, all tuning performed with single potentiometer
- Wide operating supply voltage range
- Excellent channel separation
- Emitter follower output buffers

Connection Diagram

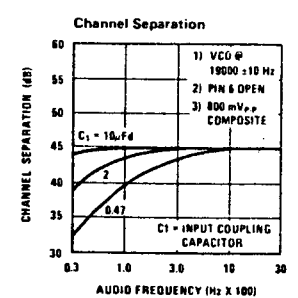
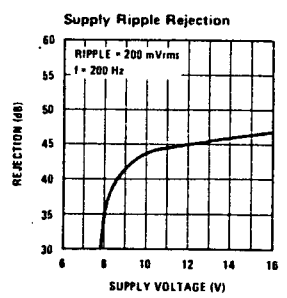


TOP VIEW
Order Number LM1800N
See NS Package N16A

Typical Application



Typical Performance Characteristics





LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

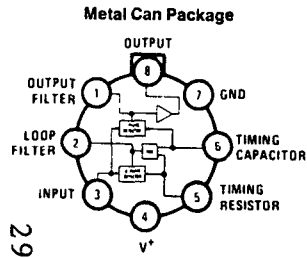
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability

- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

Connection Diagrams

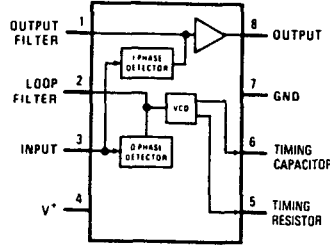


Top View

Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package Number H08C

TL/H/6975-1

Dual-In-Line and Small Outline Packages



Top View

Order Number LM567CM
See NS Package Number M08A
Order Number LM567CN
See NS Package Number N08E

TL/H/6975-2

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 1)	1100 mW
V _B	15V
V ₃	-10V
V ₃	V ₄ + 0.5V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
LM567H	0°C to +70°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	

Soldering Information:
 Dual-In-Line Package: 260°C
 Soldering: 260°C
 Small Outline Package: 260°C
 Vapor Phase (Reflow): 215°C
 Infrared (Reflow): 220°C
 See AN-450 for Mounting on Product Reference for our Thermal Effect face mount devices. Soldering sur-

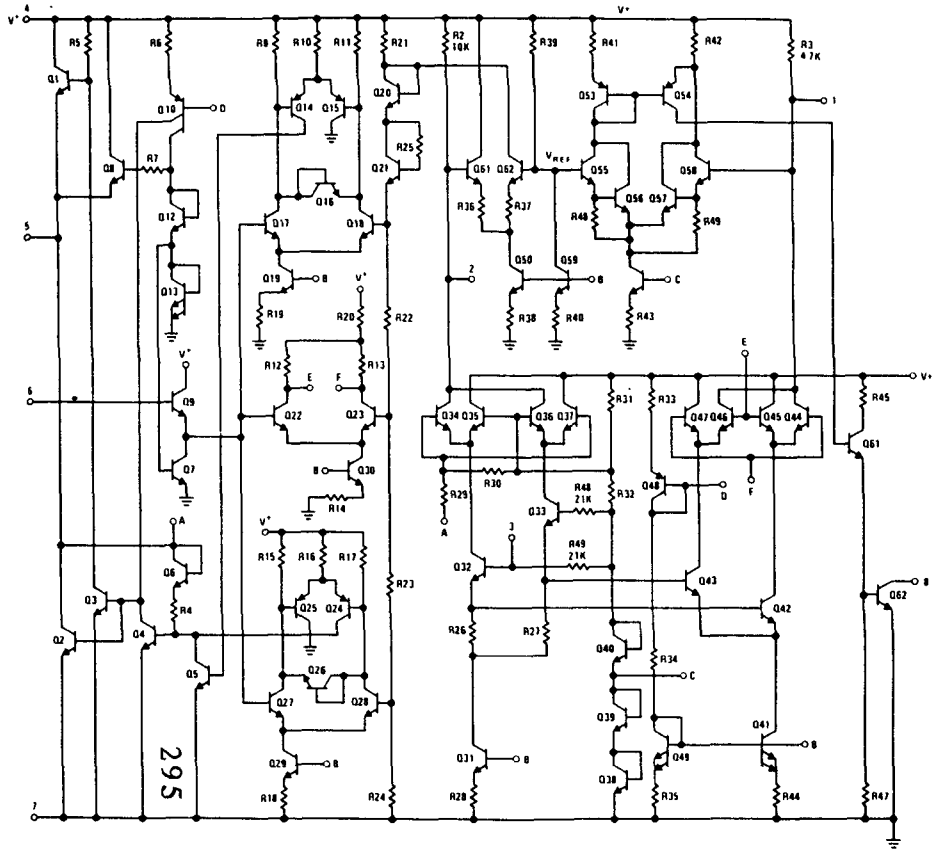
Electrical Characteristics AC Test Circuit, T_A = 25°C, V_T = 5.

Parameters	Conditions	LM567				Units
		Min	Typ	Max	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	6.0	4.75	V
Power Supply Current Quiescent	R _L = 20k		5	5		mA
Power Supply Current Activated	R _L = 20k			3		mA
Input Resistance		18	20		18	kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I _L = 100 mA, f _i = f _o		20	25		mVrms
Largest No Output Input Voltage	I _C = 100 mA, f _i = f _o	10				mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			5			dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B _n = 140 kHz					dB
Largest Detection Bandwidth		12		5	12	% of f _o
Largest Detection Bandwidth Skew						% of f _o
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature						%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75 - 6.75V			2		%V
Highest Center Frequency		100	500		100	kHz
Center Frequency Stability (4.75-5.75V)	0 < T _A < 70 -55 < T _A < +125		35	50		ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V - 6.75V 4.75V - 9V		0.5	1.0		ppm/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f _o	20		%/V
Output Leakage Current	V _B = 15V		100	15		μA
Output Saturation Voltage	e _i = 25 mV, I _B = 30 mA e _i = 25 mV, I _B = 100 mA		0.5	0.4		V
Output Fall Time				50		ns
Output Rise Time				150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient.

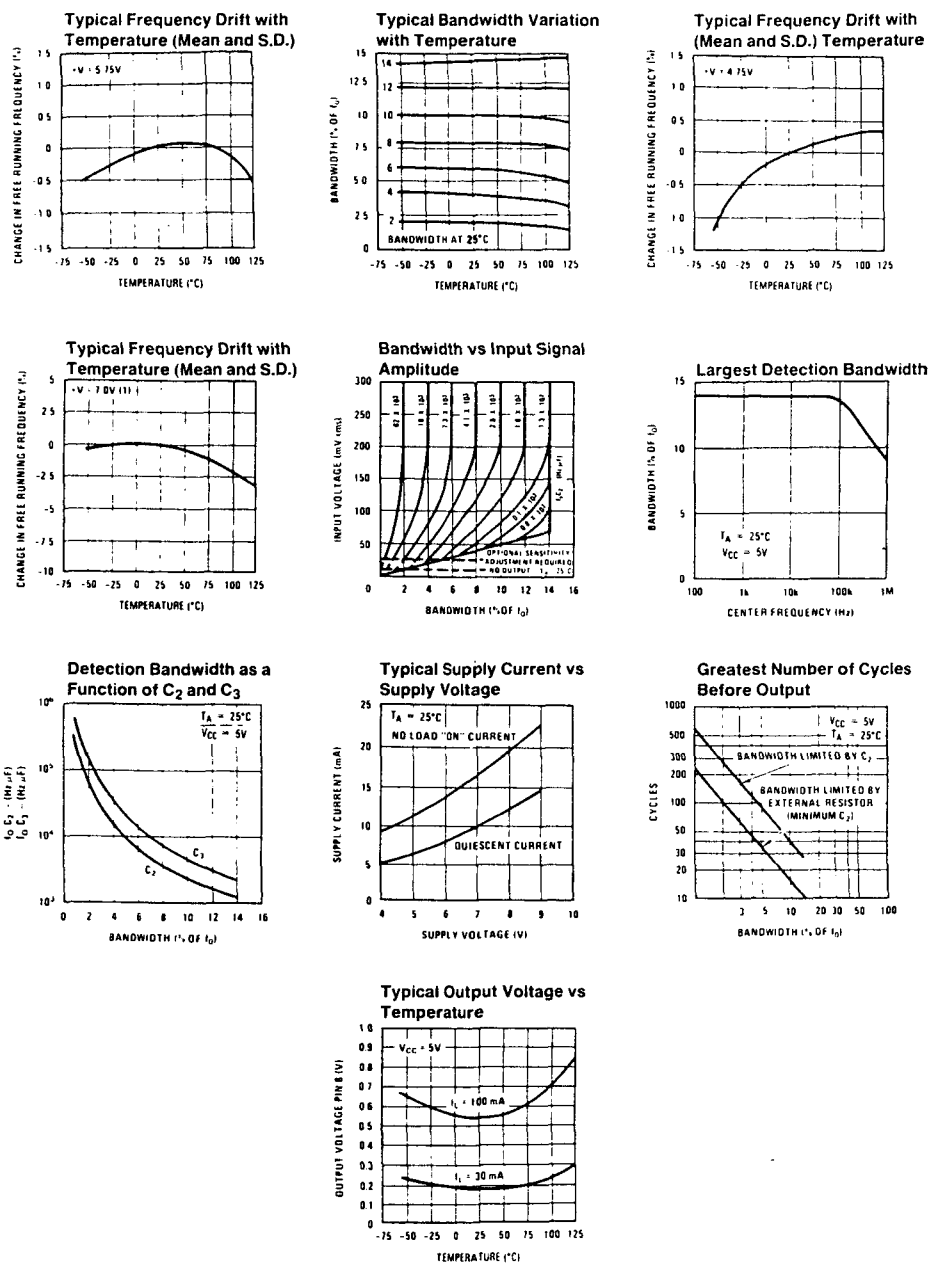
Note 2: Refer to RETS567X drawing for specifications of military LM567H version.

Schematic Diagram



TL/H/6975-3

Typical Performance Characteristics



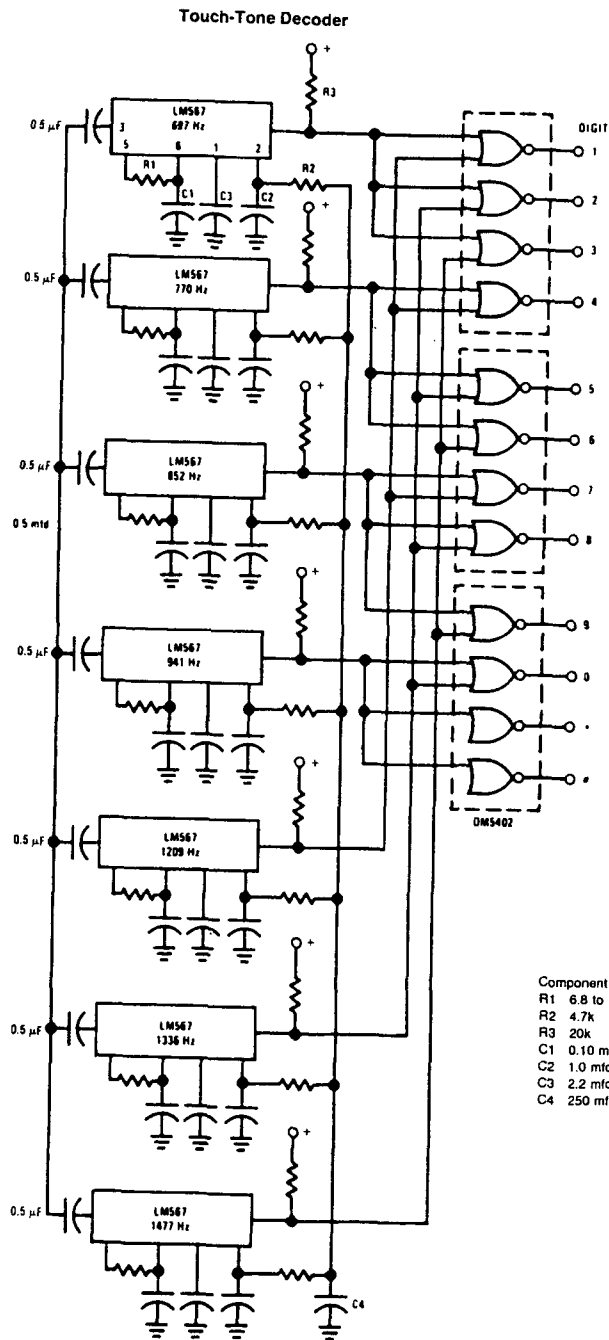
TL/H/6975-4

LM567/LM567C

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2009



Typical Applications



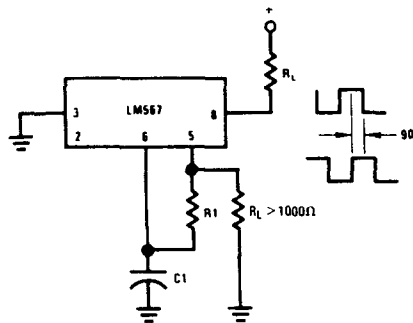
100-200 mVrms

296

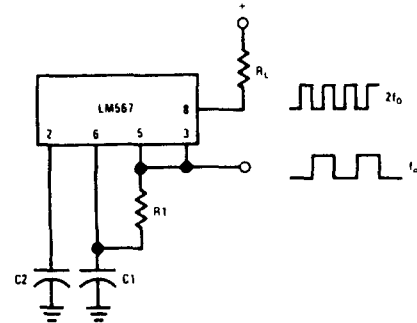
TL/H/6975-5

Typical Applications (Continued)

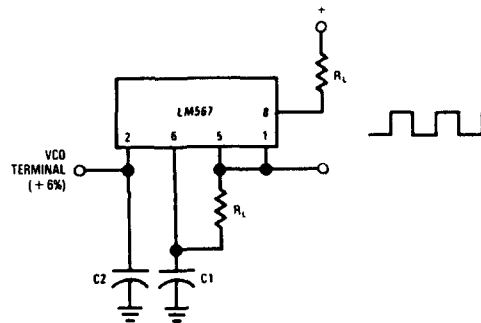
Oscillator with Quadrature Output



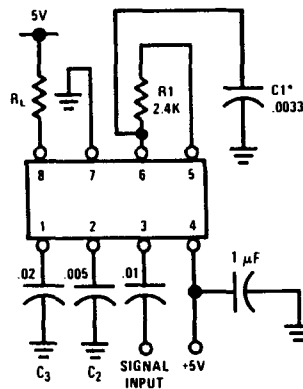
Oscillator with Double Frequency Output



Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



AC Test Circuit



$f_0 = 100 \text{ kHz} + 5V$
 *Note: Adjust for $f_0 = 100 \text{ kHz}$.

Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_0 \approx \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_0 C_2}} \text{ in \% of } f_0$$

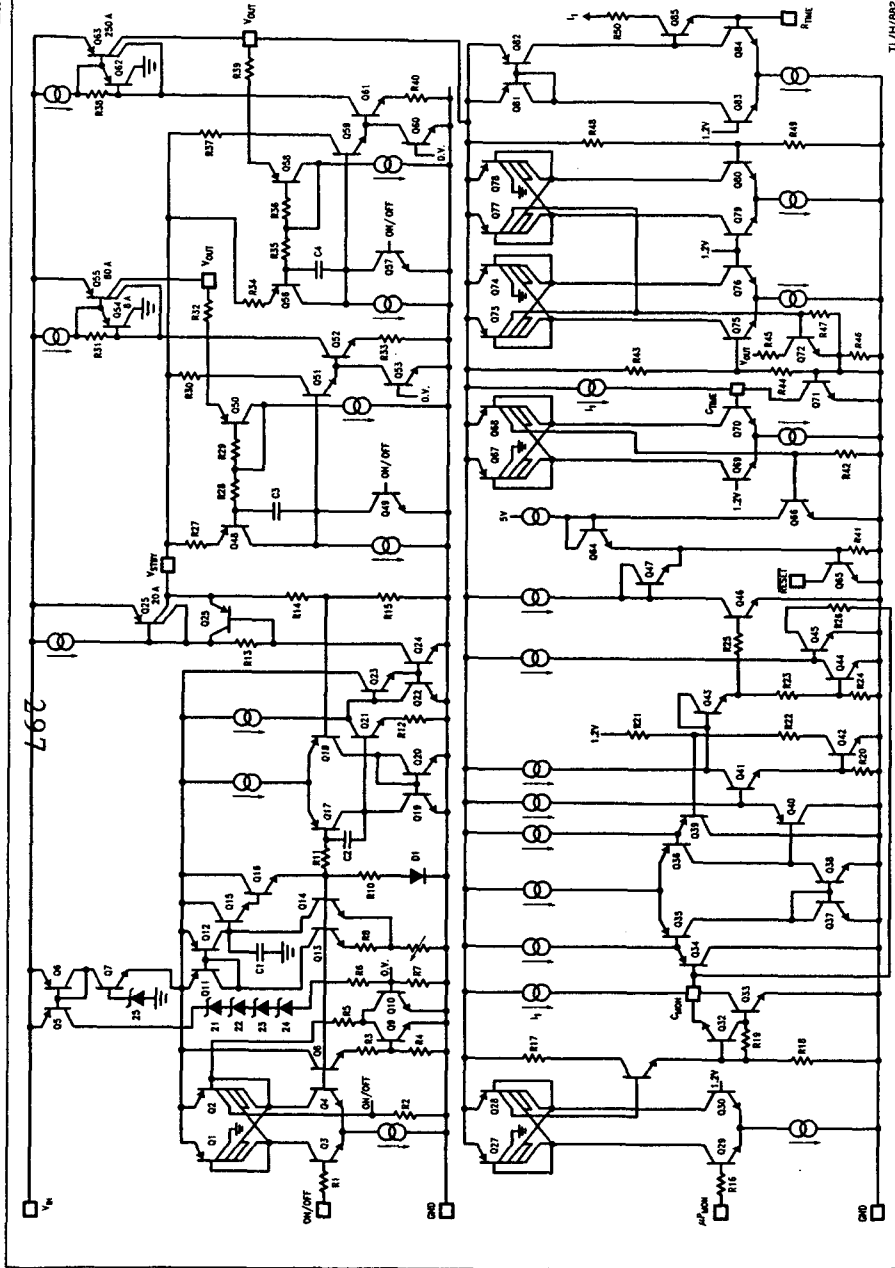
Where:

V_i = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200 \text{ mV}$

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)



Equivalent Schematic Diagram



TL/H/6821-12



LM78XX Series Voltage Regulators

General Description

The LM78XX series of three terminal regulators is available with several fixed output voltages making them useful in a wide range of applications. One of these is local on card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. The voltages available allow these regulators to be used in logic systems, instrumentation, HiFi, and other solid state electronic equipment. Although designed primarily as fixed voltage regulators these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

The LM78XX series is available in an aluminum TO-3 package which will allow over 1.0A load current if adequate heat sinking is provided. Current limiting is included to limit the peak output current to a safe value. Safe area protection for the output transistor is provided to limit internal power dissipation. If internal power dissipation becomes too high for the heat sinking provided, the thermal shutdown circuit takes over preventing the IC from overheating.

Considerable effort was expended to make the LM78XX series of regulators easy to use and minimize the number

of external components. It is not necessary to bypass the output, although this does improve transient response. Input bypassing is needed only if the regulator is located far from the filter capacitor of the power supply.

For output voltage other than 5V, 12V and 15V the LM117 series provides an output voltage range from 1.2V to 57V.

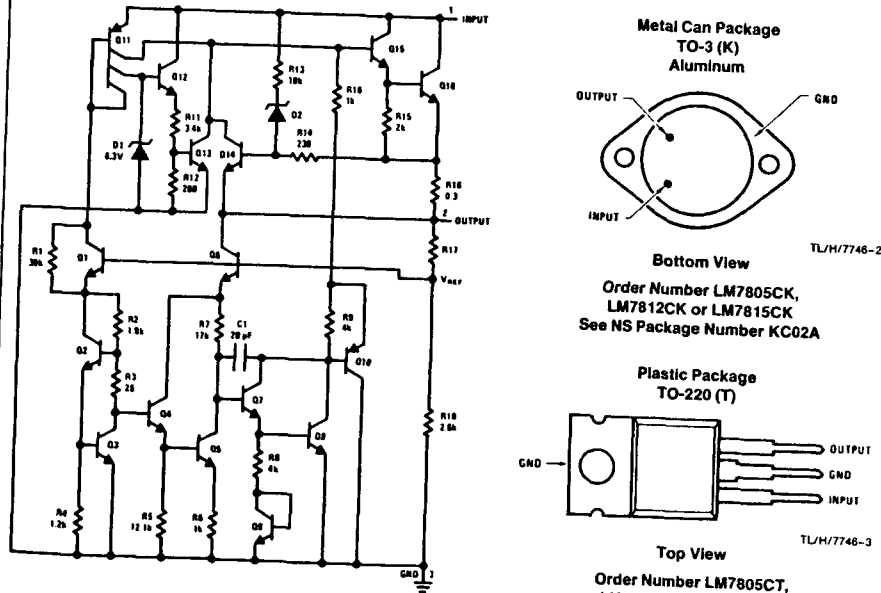
Features

- Output current in excess of 1A
- Internal thermal overload protection
- No external components required
- Output transistor safe area protection
- Internal short circuit current limit
- Available in the aluminum TO-3 package

Voltage Range

LM7805C	5V
LM7812C	12V
LM7815C	15V

Schematic and Connection Diagrams



TL/H/7746-2

TL/H/7746-3

TL/H/7746-1

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Input Voltage ($V_O = 5V, 12V$ and $15V$) 35V
 Internal Power Dissipation (Note 1) Internally Limited
 Operating Temperature Range (T_A) 0°C to $+70^\circ\text{C}$

Maximum Junction Temperature (K Package) 150°C
 (T Package) 150°C
 Storage Temperature Range -65°C to $+150^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec.) 300°C
 TO-3 Package K 230°C
 TO-220 Package T

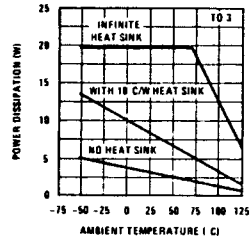
Electrical Characteristics LM78XXC (Note 2) $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq 125^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.

Output Voltage		5V			12V			15V			Units				
Input Voltage (unless otherwise noted)		10V			19V			23V							
Symbol	Parameter	Conditions			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max		
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$			4.8	5	5.2	11.5	12	12.5	14.4	15	15.6	V	
		$P_D \leq 15\text{ W}, 5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$			4.75		5.25	11.4		12.6	14.25		15.75	V	
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$			$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
ΔV_O	Line Regulation	$I_O = 500\text{ mA}, T_J = 25^\circ\text{C}$			3			4			4			mV	
		ΔV_{IN}			$(7 \leq V_{\text{IN}} \leq 25)$			$(14.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			$(17.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
		$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$			50			120			150			mV	
		ΔV_{IN}			$(8 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(15 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(18.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
		$I_O \leq 1\text{ A}, T_J = 25^\circ\text{C}$			50			120			150			mV	
		ΔV_{IN}			$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.6 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.7 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
ΔV_O	Load Regulation	$T_J = 25^\circ\text{C}$			10			12			12			mV	
		$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1.5\text{ A}$			50			60			75			mV	
		$250\text{ mA} \leq I_O \leq 750\text{ mA}$			25			60			75			mV	
I_Q	Quiescent Current	$I_O \leq 1\text{ A}, T_J = 25^\circ\text{C}$			8			8			8			mA	
		$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$			8.5			8.5			8.5			mA	
		$5\text{ mA} \leq I_O \leq 1\text{ A}$			0.5			0.5			0.5			mA	
ΔI_Q	Quiescent Current Change	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$			1.0			1.0			1.0			mA	
		$V_{\text{MIN}} \leq V_{\text{IN}} \leq V_{\text{MAX}}$			$(7.5 \leq V_{\text{IN}} \leq 20)$			$(14.8 \leq V_{\text{IN}} \leq 27)$			$(17.9 \leq V_{\text{IN}} \leq 30)$			V	
		$I_O \leq 500\text{ mA}, 0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$			1.0			1.0			1.0			mA	
V_N	Output Noise Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$			40			75			90			μV	
		Ripple Rejection	$f = 120\text{ Hz}$			62			55			54			dB
			$I_O \leq 500\text{ mA}, 0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$			62			55			54			dB
R_O	Dropout Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_{\text{OUT}} = 1\text{ A}$			2.0			2.0			2.0			V	
		$f = 1\text{ kHz}$			8			18			19			m Ω	
		$T_J = 25^\circ\text{C}$			2.1			1.5			1.2			A	
		$T_J = 25^\circ\text{C}$			2.4			2.4			2.4			A	
		Average TC of V_{OUT}			$0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}, I_O = 5\text{ mA}$			0.6			1.5			1.8	
V_{IN}	Input Voltage Required to Maintain Line Regulation	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_O \leq 1\text{ A}$			7.5			14.6			17.7			V	

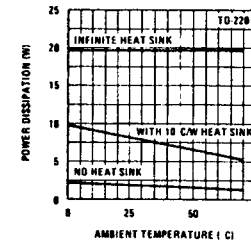
Note 1: Thermal resistance of the TO-3 package (K, KC) is typically $4^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to case and $35^\circ\text{C}/\text{W}$ case to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package (T) is typically $4^\circ\text{C}/\text{W}$ junction to case and $50^\circ\text{C}/\text{W}$ case to ambient.
 Note 2: All characteristics are measured with capacitor across the input of $0.22\text{ }\mu\text{F}$, and a capacitor across the output of $0.1\text{ }\mu\text{F}$. All characteristics except noise voltage and ripple rejection ratio are measured using pulse techniques ($I_w \leq 10\text{ mA}$, duty cycle $\leq 5\%$). Output voltage changes due to changes in internal temperature must be taken into account separately.

Typical Performance Characteristics

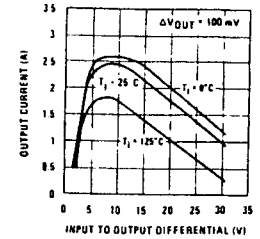
Maximum Average Power Dissipation



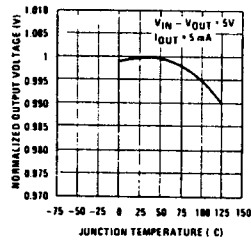
Maximum Average Power Dissipation



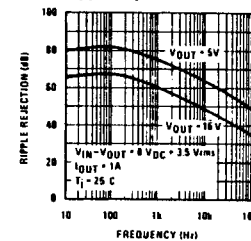
Peak Output Current



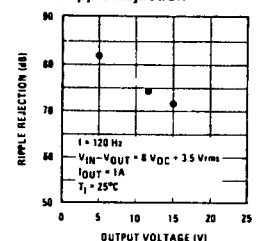
Output Voltage (Normalized to 1V at $T_J = 25^\circ\text{C}$)



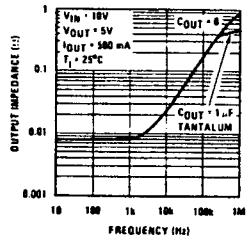
Ripple Rejection



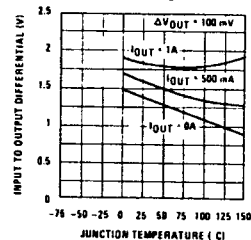
Ripple Rejection



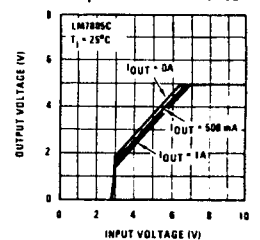
Output Impedance



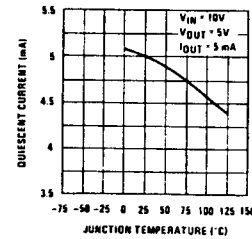
Dropout Voltage



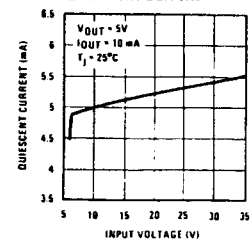
Dropout Characteristics



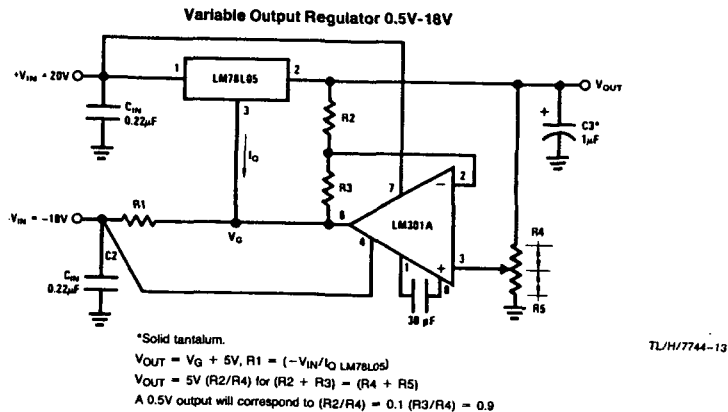
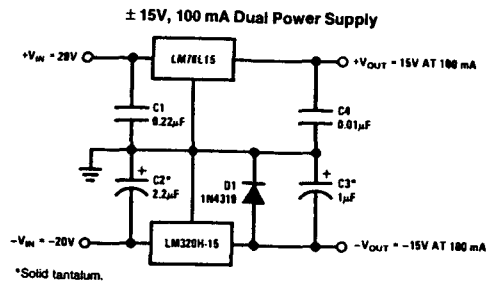
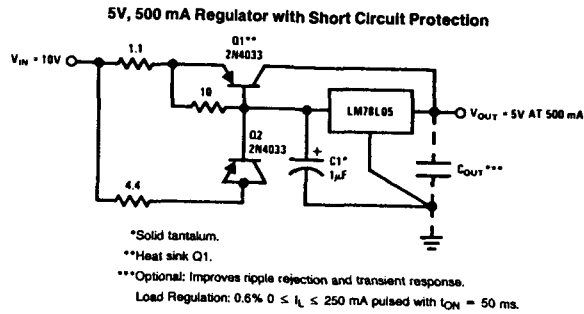
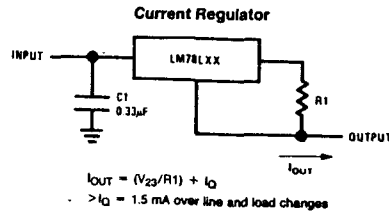
Quiescent Current



Quiescent Current



Typical Applications (Continued)



LM79XX Series 3-Terminal Negative Regulators

General Description

The LM79XX series of 3-terminal regulators is available with fixed output voltages of -5V, -12V, and -15V. These devices need only one external component—a compensation capacitor at the output. The LM79XX series is packaged in the TO-220 power package and is capable of supplying 1.5A of output current.

these devices with a specified maximum change with line and load ensures good regulation in the voltage boosted mode.

For applications requiring other voltages, see LM137 data sheet.

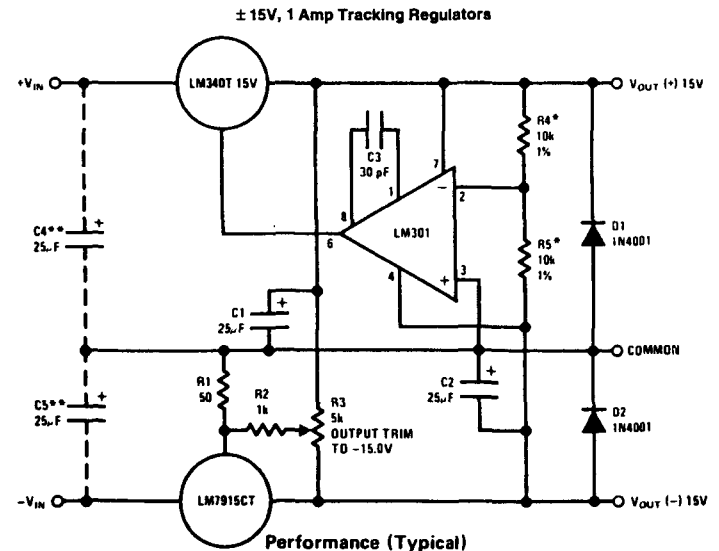
These regulators employ internal current limiting safe area protection and thermal shutdown for protection against virtually all overload conditions.

Features

- Thermal, short circuit and safe area protection
- High ripple rejection
- 1.5A output current
- 4% preset output voltage

Low ground pin current of the LM79XX series allows output voltage to be easily boosted above the preset value with a resistor divider. The low quiescent current drain of

Typical Applications



	(-15)	(+15)
Load Regulation at $\Delta I_L = 1A$	40 mV	2 mV
Output Ripple, $C_{IN} = 3000 \mu F, I_L = 1A$	100 μV_{rms}	100 μV_{rms}
Temperature Stability	50 mV	50 mV
Output Noise 10 Hz $\leq f \leq 10$ kHz	150 μV_{rms}	150 μV_{rms}

*Resistor tolerance of R4 and R5 determine matching of (+) and (-) outputs.

**Necessary only if raw supply filter capacitors are more than 3" from regulators.

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

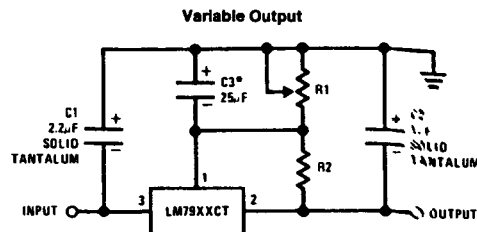
Input Voltage
 (V_O = 5V) -35V
 (V_O = 12V and 15V) -40V

Input-Output Differential
 (V_O = 5V) 25V
 (V_O = 12V and 15V) 30V
 Power Dissipation (Note 1) Internally Limited
 Operating Junction Temperature Range 0°C to +125°C
 Storage Temperature Range -65°C to +150°C
 Lead Temperature (Soldering, 10 sec.) 230°C

Electrical Characteristics Conditions unless otherwise noted: I_{OUT} = 500 mA, C_{IN} = 2.2 μF, C_{OUT} = 1 μF, 0°C ≤ T_J ≤ +125°C, Power Dissipation ≤ 1.5W.

Part Number		LM7905C			Units	
Output Voltage		5V				
Input Voltage (unless otherwise specified)		-10V				
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	
V _O	Output Voltage	T _J = 25°C 5 mA ≤ I _{OUT} ≤ 1A, P ≤ 15W	-4.8 -4.75	-5.0 -5.25	-5.2 -5.25	V V V
ΔV _O	Line Regulation	T _J = 25°C, (Note 2)	8 (-25 ≤ V _{IN} ≤ -7)		50	mV V V
ΔV _O	Load Regulation	T _J = 25°C, (Note 2) 5 mA ≤ I _{OUT} ≤ 1.5A 250 mA ≤ I _{OUT} ≤ 750 mA	15 5		100 50	mV mV mV
I _Q	Quiescent Current	T _J = 25°C	1		2	mA
ΔI _Q	Quiescent Current Change	With Line With Load, 5 mA ≤ I _{OUT} ≤ 1A	(-25 ≤ V _{IN} ≤ -7)		0.5 0.5	mA V mA
V _n	Output Noise Voltage	T _A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 Hz	125			μV
	Ripple Rejection	f = 120 Hz	54	66		dB V
	Dropout Voltage	T _J = 25°C, I _{OUT} = 1A	1.1			V
I _{OMAX}	Peak Output Current	T _J = 25°C	2.2			A
	Average Temperature Coefficient of Output Voltage	I _{OUT} = 5 mA, 0°C ≤ T _J ≤ 100°C	0.4			mV/°C

Typical Applications (Continued)



*Improves transient response and ripple rejection. Do not increase beyond 50 μF.

$$V_{OUT} = V_{SET} \left(\frac{R1 + R2}{R2} \right)$$

Select R2 as follows:
 LM7905CT 300Ω
 LM7912CT 750Ω
 LM7915CT 1k

TL/H/7340-2

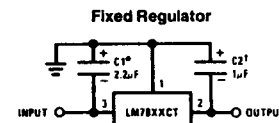
Electrical Characteristics (Continued) Conditions unless otherwise noted: I_{OUT} = 500 mA, C_{IN} = 2.2 μF, C_{OUT} = 1 μF, 0°C ≤ T_J ≤ +125°C, Power Dissipation = 1.5W.

Part Number		LM7912C			LM7915C			Units	
Output Voltage		12V			15V				
Input Voltage (unless otherwise specified)		-19V			-23V				
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V _O	Output Voltage	T _J = 25°C 5 mA ≤ I _{OUT} ≤ 1A, P ≤ 15W	-11.5 -11.4 (-27 ≤ V _{IN} ≤ -14.5)	-12.0 -12.6 (-30 ≤ V _{IN} ≤ -17.5)	-12.5 -12.6 (-30 ≤ V _{IN} ≤ -17.5)	-14.4 -14.25 (-30 ≤ V _{IN} ≤ -17.5)	-15.0 -15.0 (-30 ≤ V _{IN} ≤ -17.5)	-15.6 -15.75 (-30 ≤ V _{IN} ≤ -17.5)	V V V
ΔV _O	Line Regulation	T _J = 25°C, (Note 2)	5 (-30 ≤ V _{IN} ≤ -14.5)		80	5 (-30 ≤ V _{IN} ≤ -17.5)		100	mV V mV V
ΔV _O	Load Regulation	T _J = 25°C, (Note 2) 5 mA ≤ I _{OUT} ≤ 1.5A 250 mA ≤ I _{OUT} ≤ 750 mA	15 15 5		200 200 75	15 15 5		200 200 75	mV mV mV mV
I _Q	Quiescent Current	T _J = 25°C	1.5		3	1.5		3	mA
ΔI _Q	Quiescent Current Change	With Line With Load, 5 mA ≤ I _{OUT} ≤ 1A	(-30 ≤ V _{IN} ≤ -14.5)		0.5 0.5	(-30 ≤ V _{IN} ≤ -17.5)		0.5 0.5	mA V mA
V _n	Output Noise Voltage	T _A = 25°C, 10 Hz ≤ f ≤ 100 Hz	300			375			μV
	Ripple Rejection	f = 120 Hz	54	70		54	70		dB V
	Dropout Voltage	T _J = 25°C, I _{OUT} = 1A	1.1			1.1			V
I _{OMAX}	Peak Output Current	T _J = 25°C	2.2			2.2			A
	Average Temperature Coefficient of Output Voltage	I _{OUT} = 5 mA, 0°C ≤ T _J ≤ 100°C	-0.8			-1.0			mV/°C

Note 1: For calculations of junction temperature rise due to power dissipation, thermal resistance junction to ambient (θ_{JA}) is 50°C/W (no heat sink) and 5°C/W (infinite heat sink).

Note 2: Regulation is measured at a constant junction temperature by pulse testing with a low duty cycle. Changes in output voltage due to heating effects must be taken into account.

Typical Applications (Continued)

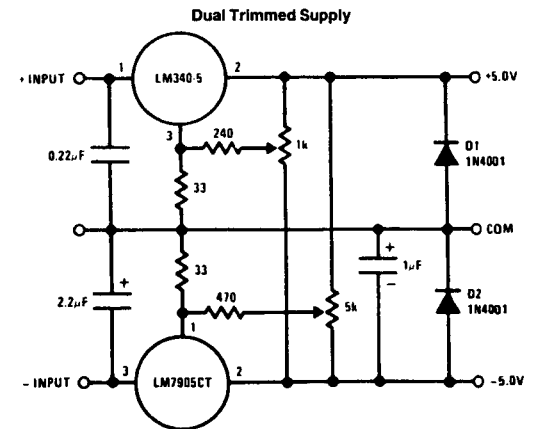


TL/H/7340-3

*Required if regulator is separated from filter capacitor by more than 3". For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted.

†Required for stability. For value given, capacitor must be solid tantalum. 25 μF aluminum electrolytic may be substituted. Values given may be increased without limit.

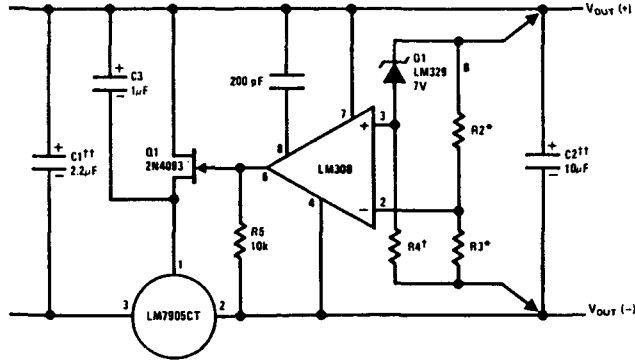
For output capacitance in excess of 100 μF, a high current diode from input to output (1N4001, etc.) will protect the regulator from momentary input shorts.



TL/H/7340-4

Typical Applications (Continued)

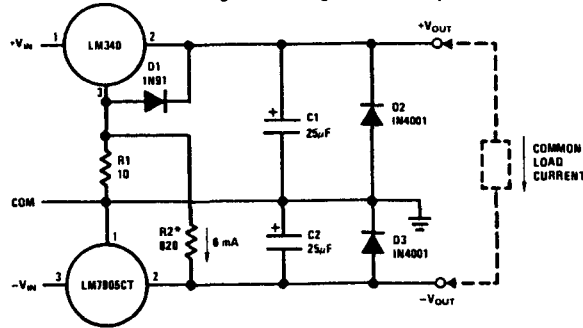
High Stability 1 Amp Regulator



TL/H/7340-5

- Line regulation < 0.01% temperature stability ≤ 0.2%
- Maximize Zener current
- See datasheet
- Select resistors to set output voltage. 2 ppm/°C tracking suggested

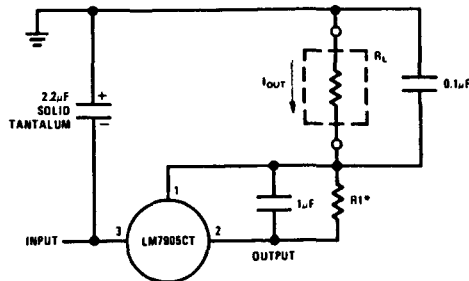
Preventing Positive Regulator Latch-Up



TL/H/7340-6

- Allow the positive regulator to "start-up" when +VIN is delayed relative to -VIN and a heavy load is drawn between the outputs. Without R1 and D1, the positive regulator will not start with heavy (0.1 A-1A) load current flowing to the negative regulator, even though the positive output is clamped by D2.
- IC is exposed. Ground pin current from the positive regulator flowing through R1 will increase +VOUT ≈ 60 mV if R2 is omitted.

Current Source

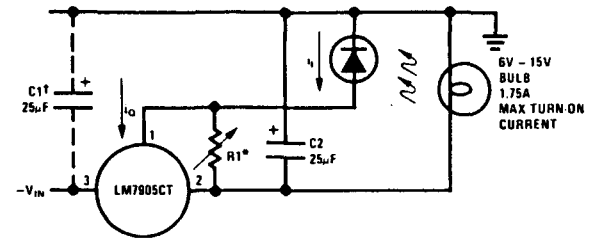


TL/H/7340-7

$I_{OUT} = \frac{5V}{R1}$

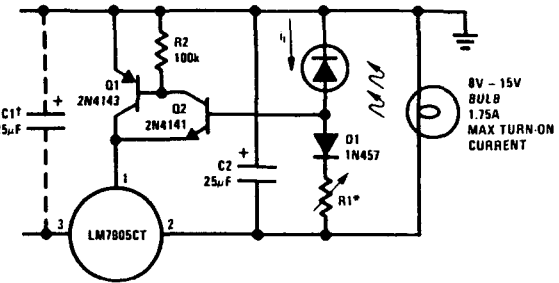
Typical Applications (Continued)

Light Controllers Using Silicon Photo Cells



TL/H/7340-8

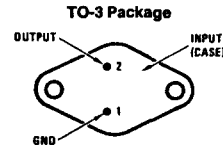
- *Lamp brightness increase until $I_L = I_Q (\approx 1 \text{ mA}) + 5V/R1$.
- †Necessary only if raw supply filter capacitor is more than 2" from LM7905CT



TL/H/7340-9

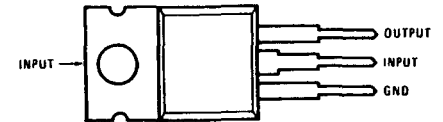
- *Lamp brightness increases until $I_L = 5V/R1$ (I_L can be set as low as 1 µA)
- †Necessary only if raw supply filter capacitor is more than 2" from LM7905CT

Connection Diagrams



TL/H/7340-10

Bottom View
Order Number LM7905CK, LM7912CK or LM7915CK
See NS Package Number KC02A
TO-220 Package

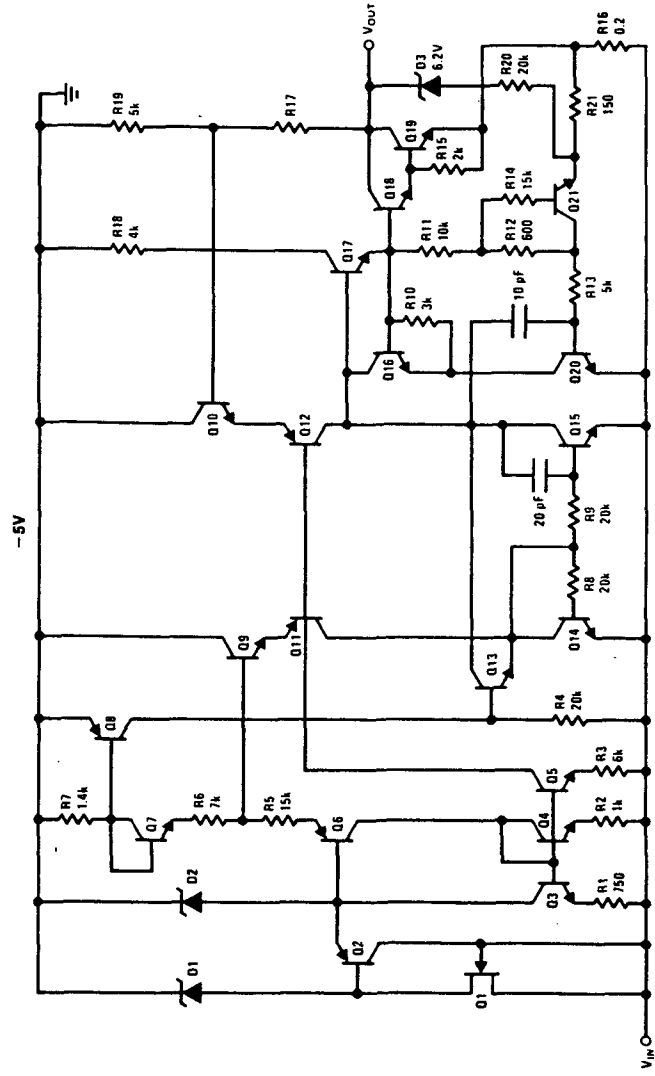


TL/H/7340-11

Top View
Order Number LM7905CT, LM7912CT or LM7915CT
See NS Package Number TO3B

Schematic Diagrams

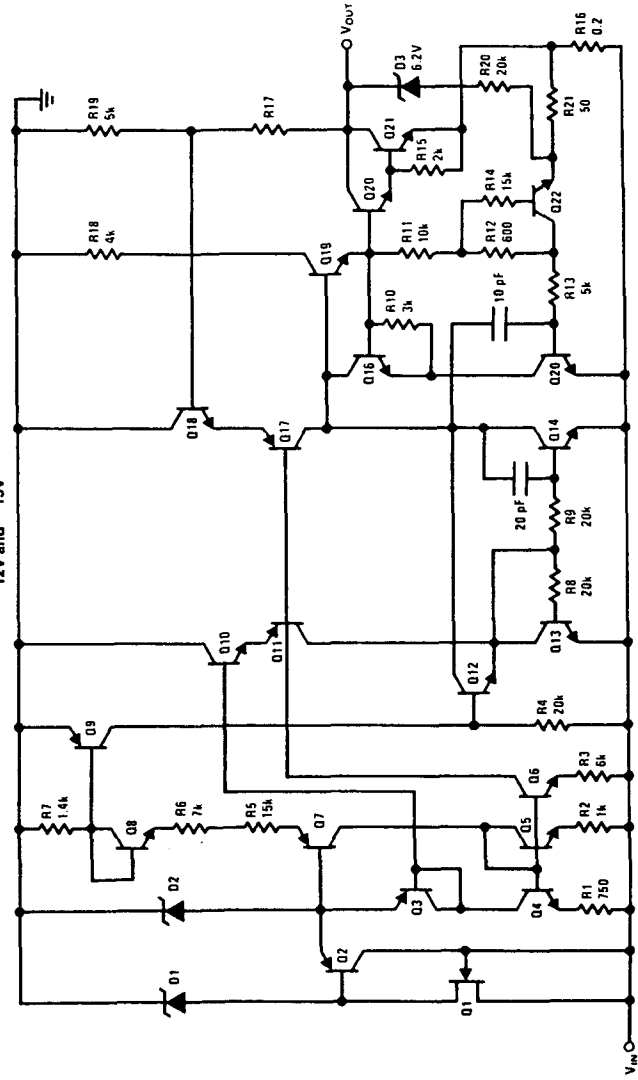
100



1-264

Schematic Diagrams (Continued)

-12V and -15V



1-265