DIRECCIÓN
C/ Ferraz, 37
Teléf: (91) 542 73 80
Fax: (91) 559 94 17
MADRID 28008

DIRECTOR EDITORIAL:
Eugenio Páez Martín

Composición:
Paloma López Durán

Redactor:
Roberto Quirós García

Traducción:
Rocío Losada Velasco

SERVICIO TÉCNICO
Lunes y Miércoles de 17 a 20 h.
Teléfono: 91 542 73 80
Fax: 91 559 94 17
Correo Electrónico:
tecnico@nuevaelectronica. com

SUSCRIPCIONES
CONSULTAS
PEDIDOS
Teléf.: 91 542 73 80
Fax: 91 559 94 17
Correo Electrónico:
comercial@nuevaelectronica.com

PAGINA WEB:
www.nuevaelectronica.com

PREIMPRESIÓN:
Videlec S.L.
Santa Leonor 61, 4º-1

IMPRESIÓN:
IBERGRAPHI 2002
Mar Tirreno 7. San Fernando de Henares
(Madrid)

DISTRIBUCIÓN:
Coedis, S.A.
Teléf.:(93) 680 03 60
MOLINS DE REI
(Barcelona)

Traducción en Lengua
española de la revista
"Nuova Elettronica", Italia.
DIRECTOR GENERAL
Montuschi Giuseppe

DEPÓSITO LEGAL:
M-18437-1983

Suscripción anual	42,75 Euros
Susc. certificada	64,50 Euros.
Europa	70,74 Euros.
América	130,72 Euros.

Cupón de suscripciones y pedidos en página 37.

Nº 214 - 30 SEPTIEMBRE - 2002
4,50 Euros. (Incluido I.V.A.)
Canarias, Ceuta y Melilla
4,50 Euros (Incluidos portes)

En este número

SUMARIO

GENERADOR SWEEP de BAJA FRECUENCIA



Para ver en la pantalla de un osciloscopio la banda pasante completa de un amplificador Hi-Fi o de un preamplificador, o la curva de respuesta de un filtro BF o de un control de tonos, se necesita un válido Generador Sweep como el que aquí se propone.

(LX.1513) **pag.4**

¿QUE SON LOS DB?



Muchos entusiastas de Nueva Electrónica nos piden que continuemos con la publicación de artículos divulgativos. Para satisfacer estas peticiones presentamos un artículo que seguro que resultará muy interesante: Los decibelios.

(DB) **pag.21**

RADIOMICRÓFONO FM en 423 MHz



Este radiomicrófono, capaz de cubrir una distancia de unos 300 metros, puede ser útil a la Policía o a los detectives privados para resolver algunos de sus casos. Nuestros lectores pueden utilizar este radiomicrófono sólo para uso personal ya que la Ley sobre la Privacidad no permite escuchar conversaciones privadas.

(KM.1507-KM.1508) **pag.46**

EFECTO FASER para GUITARRAS eléctricas



Con ingenio y 5 integrados se puede realizar un circuito electrónico capaz de transformar el sonido de una guitarra eléctrica. Si se utiliza este instrumento musical por trabajo o por hobby se puede realizar este circuito para conseguir expresar nuevos y originales sonidos.

(LX.1514) **pag.56**

CUPÓN DE PEDIDOS Y SUSCRIPCIONES **pag.37**

CATALOGO DE NUESTROS KITS **pag.65**

www.nuevaelectronica.com

LX1513

GENERADOR SWEEP



Para ver en la pantalla de un osciloscopio la banda pasante completa de un amplificador Hi-Fi o de un preamplificador, o la curva de respuesta de un filtro BF o de un control de tonos, se necesita un válido Generador Sweep como el que aquí se propone.

Probablemente en varias ocasiones os habrá surgido la duda de si los **amplificadores** de **potencia** definidos como **Hi-Fi** son capaces de amplificar todas las frecuencias comprendidas en la gama acústica entre **20** y **20.000 Hz** y de superar los **25.000-26.000 Hz** y, más aún, si en el ámbito de esta gama hay algún **hueco** que el oído humano no es capaz de percibir. Estas mismas preguntas pueden surgir también sobre los preamplificadores.

El generador Sweep que aquí se propone, asociado a un osciloscopio común, permite realizar todos estos controles y verificar cómo se comportan los controles de los **tonos bajos** y de los **tonos altos** de cualquier tipo de amplificador.
Si se quieren realizar filtros **paso-bajo, paso-alto, pasa-banda**, o **cross-over**, se pueden ver directamente en la pantalla del osciloscopio sus **curvas** de respuesta y, si no son satisfactorias, corregirlas inmediatamente.

Puesto que probablemente ya tendréis un osciloscopio, a continuación se presentarán todas las indicaciones necesarias para construir el generador Sweep.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Aunque la definición de **Generator Sweep** podría hacer pensar en un instrumento bastante complejo, basta con mirar el esquema eléctrico de la Fig.2 para entender que se trata de un aparato muy **sencillo**.
El integrado **IC1**, tal y como se puede comprobar en la Fig.5, es un **mixer equilibrado** tipo **NE.602**.

DE BAJA FRECUENCIA

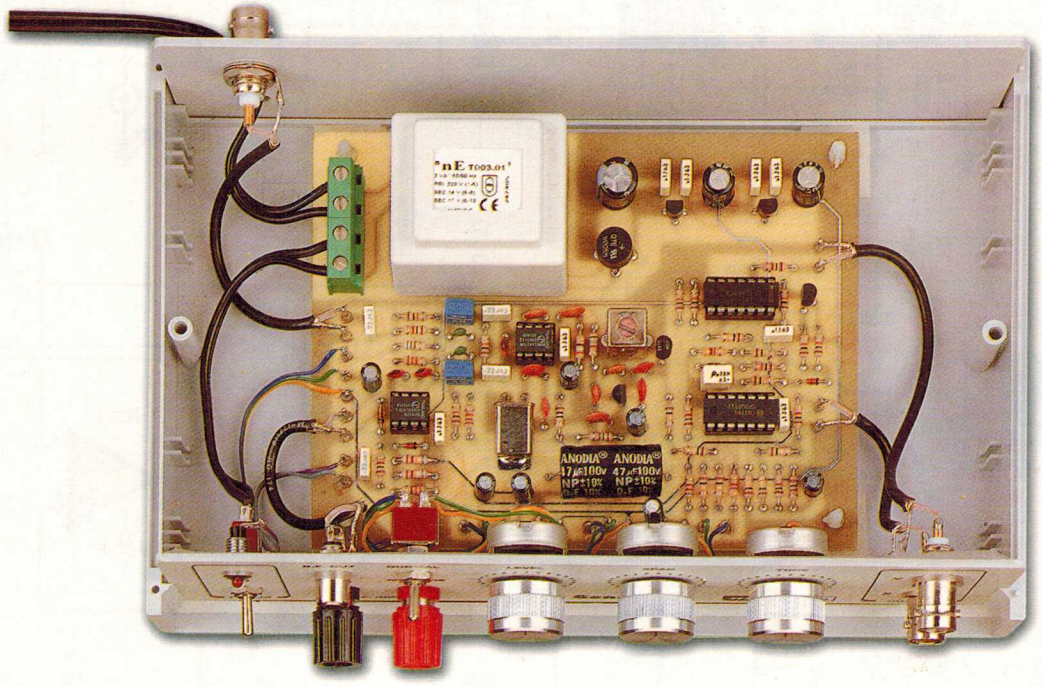


Fig.1. Presentación final del mueble del Sweep Generator, aquí se muestra como, para fijar el circuito impreso a la base del mueble, hay que utilizar 4 separadores de plástico con base adhesiva.

El cuarzo de **4 MHz** (ver **XTAL**), conectado entre la patilla **6** de **IC1** y **masa**, hace oscilar su etapa interna en esta frecuencia, que luego se mezcla con la frecuencia aplicada a la patilla **1**.

De las patillas de salida **5-4** de este integrado se obtiene una **frecuencia** que es igual a la **diferencia** entre la que entra en la patilla **1** y la generada por el cuarzo de **4 MHz**.

La frecuencia que se aplica a la patilla **1** se genera por medio de la etapa de oscilación compuesta por el FET **FT1** y la bobina signada como **MF1**.

El diodo varicap **DV1** conectado a través del condensador **C26** en paralelo a la bobina **MF1** permite hacer oscilar el FET **FT1** en una **frecuencia variable** de **4 MHz** a **4,4 MHz**, que luego se aplica a la entrada del integrado **IC1** a través del condensador **C10**.

Cuando la frecuencia generada por la etapa de oscilación **FT1** sea de **4 MHz**, de las patillas de salida **5-4** saldrá una frecuencia igual a la **diferencia**:

4 – 4 = 0 MHz

Y otra frecuencia igual a la **suma**:

4 + 4 = 8 MHz

Si la frecuencia generada por la etapa de oscilación **FT1** es **de 4,001 MHz**, de las patillas de salida **5-4** saldrá una frecuencia igual a la **diferencia**:

4,001 – 4 = 0,001 MHz igual a **1.000 Hz**

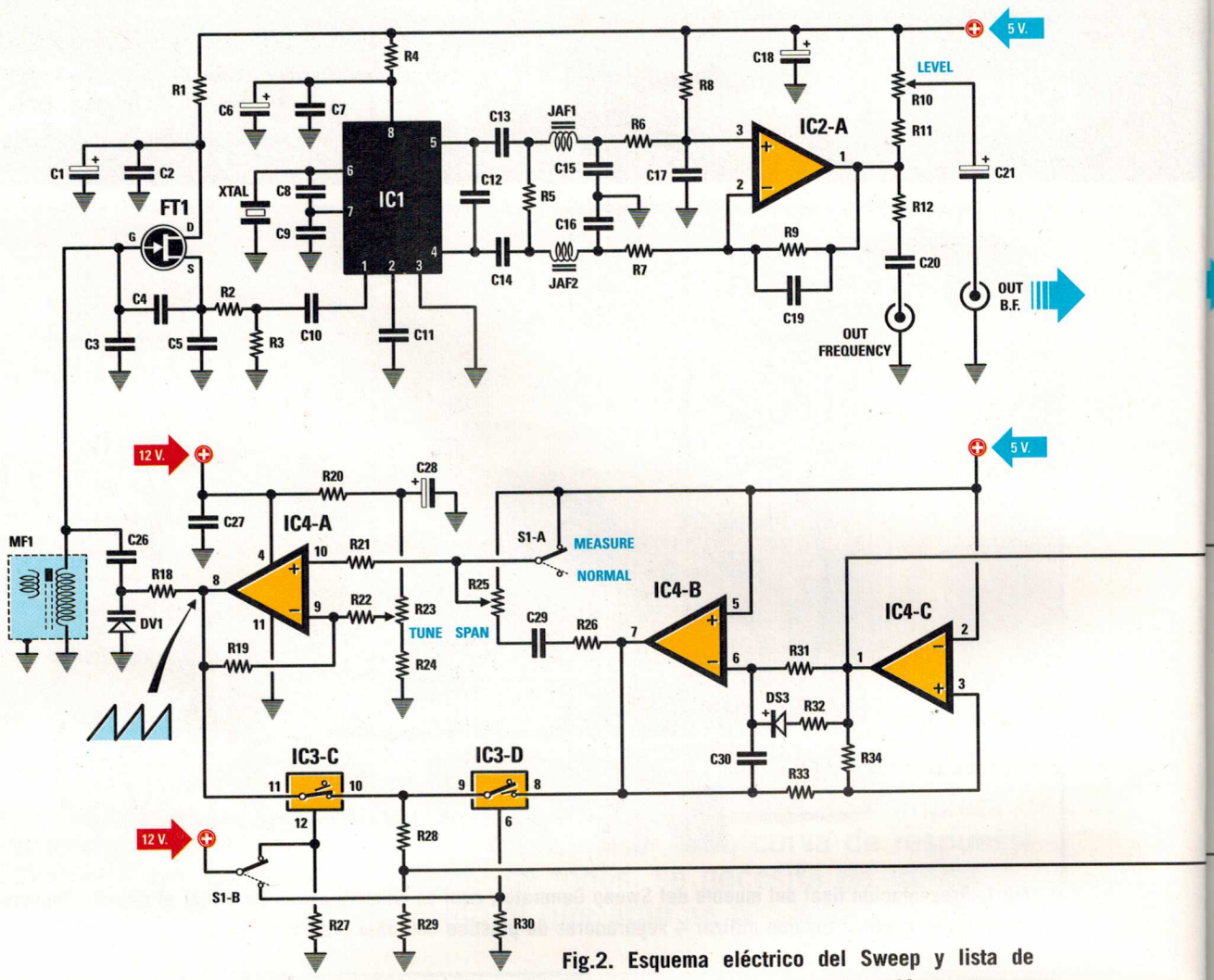


Fig.2. Esquema eléctrico del Sweep y lista de componentes (la etapa de alimentación aparece en la Fig.4).

LISTA DE COMPONENTES LX.1513

R1 = 100 ohm
R2 = 680 ohm
R3 = 39 ohm
R4 = 10 ohm
R5 = 10.000 ohm
R6 = 10.000 ohm
R7 = 10.000 ohm
R8 = 22.000 ohm
R9 = 22.000 ohm
R10 = 1.000 ohm pot. lin.
R11 = 560 ohm
R12 = 1.000 ohm
R13 = 220.000 ohm
R14 = 220.000 ohm
R15 = 1.000 ohm
R16 = 10.000 ohm
R17 = 1.000 ohm
R18 = 100.000 ohm
R19 = 100.000 ohm
R20 = 8.200 ohm
R21 = 100.000 ohm
R22 = 100.000 ohm
R23 = 10.000 ohm pot. lin.
R24 = 4.700 ohm
R25 = 10.000 ohm pot. lin.
R26 = 1.000 ohm
R27 = 10.000 ohm
R28 = 100.000 ohm
R29 = 100.000 ohm
R30 = 10.000 ohm
R31 = 100.000 ohm
R32 = 10.000 ohm
R33 = 47.000 ohm
R34 = 100.000 ohm
R35 = 10.000 ohm
R36 = 10.000 ohm
R37 = 1.500 ohm
R38 = 1.000 ohm
R39 = 100.000 ohm
R40 = 100.000 ohm
R41 = 1.000 ohm
R42 = 330 ohm
C1 = 10 microF. electrolítico
C2 = 100.000 pF cerámico
C3 = 100 pF cerámico
C4 = 220 pF cerámico
C5 = 470 pF cerámico
C6 = 10 microF. electrolítico

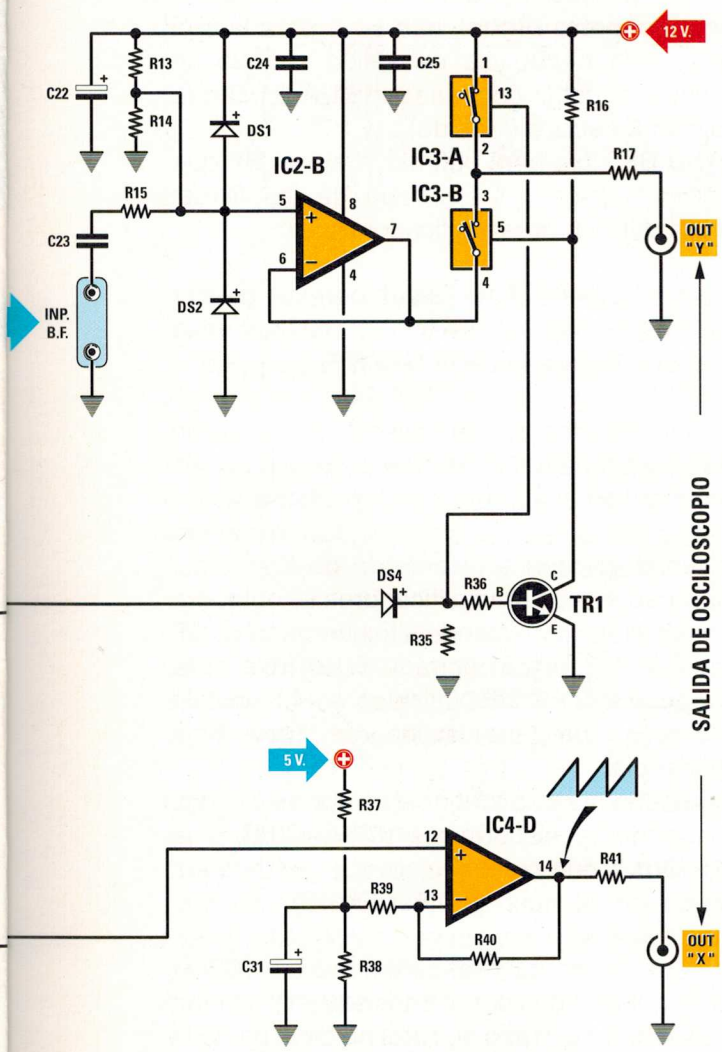


Fig.3. Conexiones de todos los integrados utilizados en el Sweep vistas desde arriba y con la muesca de referencia en forma de U girada hacia la izquierda.

C7 = 100.000 pF poliester
C8 = 150 pF cerámico
C9 = 150 pF cerámico
C10 = 100.000 pF cerámico
C11 = 100.000 pF cerámico
C12 = 47 pF cerámico
C13 = 220.000 pF poliester
C14 = 220.000 pF poliester
C15 = 270 pF cerámico
C16 = 270 pF cerámico
C17 = 4,7 pF cerámico
C18 = 10 microF. electrolítico
C19 = 4,7 pF cerámico
C20 = 220.000 pF poliester
C21 = 10 microF. electrolítico
C22 = 10 microF. electrolítico
C23 = 220.000 pF poliester
C24 = 100.000 pF poliester
C25 = 100.000 pF poliester
C26 = 220 pF cerámico
C27 = 100.000 pF poliester
C28 = 10 microF. electrolítico
C29 = 47 microF. elettr. non polariz.
C30 = 330.000 pF poliester
C31 = 10 microF. electrolítico
C32 = 470 microF. electrolítico
C33 = 100.000 pF poliester
C34 = 100.000 pF poliester
C35 = 100 microF. electrolítico
C36 = 100.000 pF poliester
C37 = 100.000 pF poliester
C38 = 100 microF. electrolítico
JAF1 = imped. 330 microhenry
JAF2 = ímped. 330 microhenry
MF1 = media freq. 10,7 MHz (Rosa)
DV1 = varicap tipo BB.112
XTAL = quarzo 4 MHz
RS1 = ponte raddr. 100 V 1 A
DS1 =diodo tipo 1 N.4148
DS2 = diodo tipo 1N.4148
DS3 = diodo tipo 1N.4148
DS4 = diodo tipo 1N.4148
DL1 = diodo led
FT1 = fet tipo J310
TR1 = NPN tipo BC.547
IC1 = integrado NE.602
IC2 = integrado tipo NE.5532
IC3 = C/Mos tipo 4066
IC4 = íntegrato tipo LM.324

Y otra frecuencia igual a la **suma**:

4,001 + 4 = 8,001 MHz

Cuando la frecuencia generada por la etapa de oscilación **FT1** sea de **4,01 MHz**, de las patillas de salida **5-4** saldrá una frecuencia igual a la **diferencia**:

4,01 – 4 = 0,01 MHz igual a **10.000 Hz**

Y otra frecuencia igual a la **suma**:

4,01 + 4 = 8,01 MHz

Si la frecuencia generada por la etapa de oscilación **FT1** es **de 4,1 MHz**, de las patillas de salida **5-4** saldrá una frecuencia igual a la **diferencia**:

4,1 – 4 = 0,1 MHz igual a **100.000 Hz**

Y otra frecuencia igual a la **suma**:

4,1 + 4 = 8,1 MHz

Como ya se ha demostrado, haciendo oscilar la etapa **MF1–FT1** de **4,0 MHz** a **4,4 MHz** de las patillas de salida **5-4** se obtendrá una señal que va desde **0 Hz** a **400.000 Hz**, por lo que no sólo se cubre la gama de las frecuencias acústicas que van de **10 Hz** a **25.000-30.000 Hz**, sino que se entra en la gama de frecuencias **ultrasónicas**, que podría ser útil para comprobar cualquier tipo de **filtro** para **ultrasonidos**.

De las patillas de salida **5-4** del integrado **IC1** sale la frecuencia obtenida de la **resta** que va desde **0 Hz** a **400.000 Hz**, pero también la obtenida de la **suma** que va de **8 MHz** a **8,4 MHz**, que deberá ser **eliminada**.

Todos los condensadores, las resistencias y las dos impedancias **JAF1-JAF2** que están entre las patillas **5-4** de **IC1** y las patillas de entrada **3-2** de **IC2/A** sirven para eliminar las frecuencias que no nos sirven, es decir, las superiores a **400.000 Hz**.

De la patilla de salida **1** del operacional **IC2/A** sale una frecuencia variable de **0** a **400.000 Hz**, que se aplica a las dos **tomas de salida**.

La **Out Frecuency** sirve para conectar un **frecuencímetro digital**, que sirve para leer el valor de la frecuencia de salida cuando se desplace el doble conmutador **S1/A-S1/B** a la posición **Measure** (Medida).
La **Out BF** sirve para obtener la **señal BF** que luego se aplica a la entrada de los filtros, amplificadores, preamplificadores, etc.

El potenciómetro **R10 Level** permite ajustar desde **cero** hasta el **máximo** la amplitud de la señal que llega a la toma **Out BF**.

La señal máxima que se obtiene de este borne está en torno a los **3 voltios pico a pico**, es decir, aproximadamente **1 voltio eficaz**.

La señal aplicada a la entrada de los filtros, amplificadores o preamplificadores se obtendrá de sus salidas conectando a los bornes **INP.BF** para que llegue a la entrada **5 no inversora** del operacional **IC2/B**, utilizado como sencillo separador con una salida de muy baja impedancia.
Dicha señal llegará luego, a través de los dos conmutadores electrónicos **IC3/A-IC3/B** a la toma **Out Y** que se conectará a la entrada **eje vertical** del osciloscopio (ver Fig.12).

Los dos conmutadores electrónicos **IC3/A-IC3/B**, gobernados por el transistor **TR1**, sirven para **eliminar** el **trazo** de **retorno** de la pantalla del osciloscopio.

El diodo varicap **DV1**, conectado en paralelo a la bobina **MF1**, sirve para hacer oscilar el FET **FT1** en una **frecuencia variable** de **4 MHz** a **4,4, MHz**. Ahora hay que explicar cómo se obtiene en la salida del operacional **IC4/A** una señal con una tensión variable de **0 voltios** a **8 voltios**, que luego se aplicará, a través de **R18**, al diodo varicap **DV1**.

La **etapa** de **oscilación** que genera la onda a **diente de sierra** a muy baja frecuencia, unos **38 Hz**, está compuesta por los dos operacionales **IC4/C-IC4/B**.
La señal que hay en la salida de **IC4/B** se aplica a la entrada **10 no inversora** de **IC4/A** pasando a través del potenciómetro **R25 Span**, que sirve para ampliar o reducir la curva en la pantalla del osciloscopio.

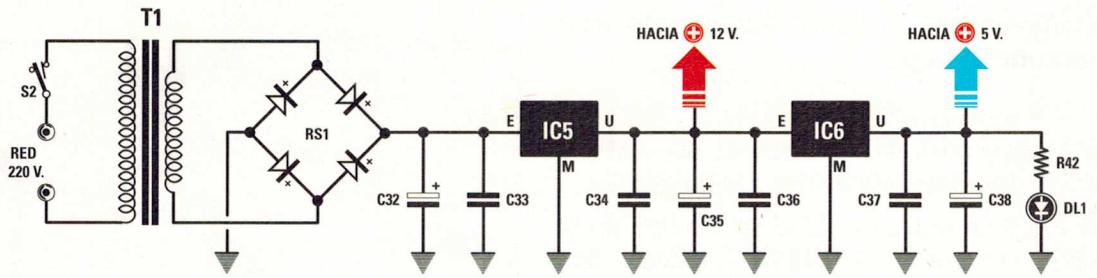


Fig.4. Etapa de alimentación que, montada en el circuito impreso de la Fig.6, se encarga de proporcionar todas las tensiones estabilizadas necesarias para que funcione el circuito Sweep Generator de la Fig.2. La lista de componentes también aparece en la Fig.2.

El segundo potenciómetro **R23 Tune**, conectado a través de la resistencia **R22** a la entrada **9 inversora** del operacional **IC4/A**, sirve para desplazar la curva en sentido **horizontal**.

Los dos conmutadores electrónicos signados como **IC3/C-IC3/D** controlados por el doble conmutador de palanca **S1/A-S1/B**, sirven para pasar de la función **Measure** a la función **Normal**.

Cuando el doble conmutador **S1/A-S1/B** está en posición **Normal**, en la pantalla del osciloscopio aparece la **curva** de la banda pasante de los filtros, amplificadores o preamplificadores que están conectados entre la toma de salida **Out BF** y los dos bornes de entrada **INP.BF** (ver Figs. 14-15).

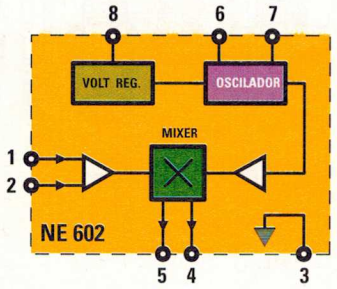
Cuando el doble conmutador **S1/A-S1/B** está en posición **Measure**, se **bloquea** el funcionamiento de la **etapa de oscilación** de **diente** de **sierra**, por lo que en la pantalla del osciloscopio aparece un trazo inmóvil, que se puede variar desde su mínimo **0 Hz** hasta su máximo **400.000 Hz** girando el potenciómetro **R23 Tune**.

Conectando un frecuencímetro digital a la toma **Out Frecuency** se puede saber a qué frecuencia **cortará** un **filtro**, o establecer qué frecuencia se **amplificará** o **atenuará** más a menudo.
El último operacional **IC4/D** se utiliza para obtener la señal que hay que aplicar a la toma **Out X**, que se conectará a la entrada **eje horizontal** del osciloscopio (ver Fig.12).

El osciloscopio se configura para medición **DC** (medida de **tensiones continuas**) y la sensibilidad de las entradas se pondrá en función de la amplitud de la señal que sale del **filtro** o del **preamplificador** que se está examinando.

Para alimentar este circuito se necesitan dos tensiones **continuas estabilizadas**, una de **12 voltios** que se obtiene de la salida del integrado **IC5** y otra de **5 voltios** que se obtiene de la salida del integrado **IC6** (ver Fig.4).

Como se puede ver en el esquema práctico (ver Fig.6), la etapa de alimentación, incluido el transformador de alimentación y los dos integrados estabilizadores, está montado



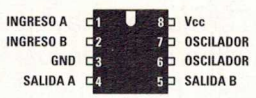


Fig.5. Esquema de bloques del integrado NE.602. Este integrado está encapsulado en un contendor de plástico con 4+4 patillas.

directamente en el circuito impreso de este **Generador Sweep**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

En la Fig.6 se muestra cómo se montan en el circuito impreso **LX.1513** todos los componentes necesarios para el funcionamiento de este circuito.

Aunque no haya ninguna regla concreta para montar estos componentes es aconsejable comenzar siempre por los zócalos para los integrados, luego montar los componentes de dimensiones más reducidas y continuar con los de dimensiones mayores.

Después de haber insertado en el circuito impreso los **zócalos** para los integrados **IC1-IC2-IC3-IC4** y soldado todas sus patillas a las pistas de cobre del circuito impreso, se pueden insertar todas las **resistencias**, apoyando sus cuerpos en el circuito impreso.

Una vez completada esta operación hay que continuar con los **diodos de silicio** con cuerpo de vidrio, girando la **franja negra** impresa en su cuerpo tal y como aparece en el esquema práctico de la Fig.6.

Los diodos **DS1-DS2** se colocan junto al zócalo del integrado **IC2**, mientras que los diodos **DS3-DS4** se alojan junto al integrado **IC4**.

Ahora se pueden insertar los pequeños **condensadores cerámicos**. Después de éstos se pueden insertar todos los **condensadores de poliéster**, luego las **impedancias JAF1-JAF2** y por último el cuarzo **XTAL** de **4,000 MHz** cuyo cuerpo se fija con una gota de estaño a la pista de masa.

Para continuar con el montaje hay que insertar la **MF1** (tiene el núcleo de color rosa) y luego el **puente** rectificador **RS1**, girando hacia la derecha el terminal **positivo** marcado por el signo **+**.

Ahora se pueden soldar todos los **condensadores electrolíticos** respetando la polaridad **+/-** de sus terminales.

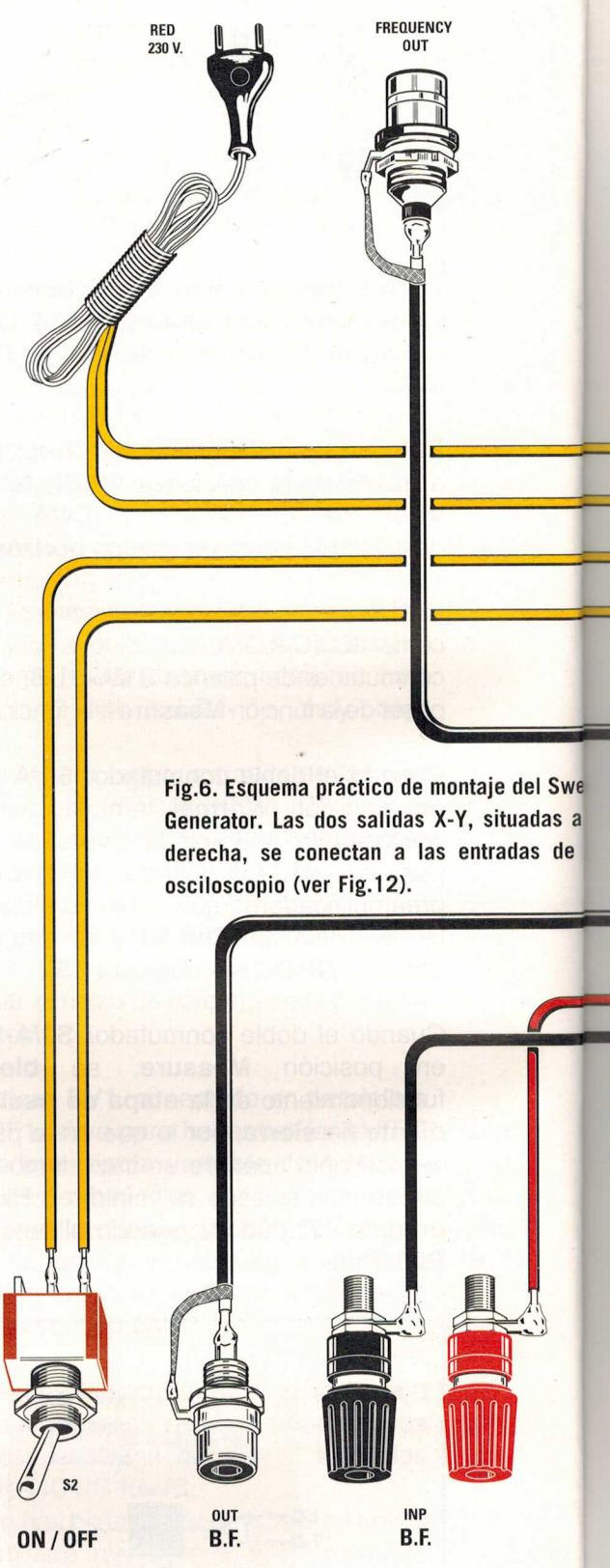
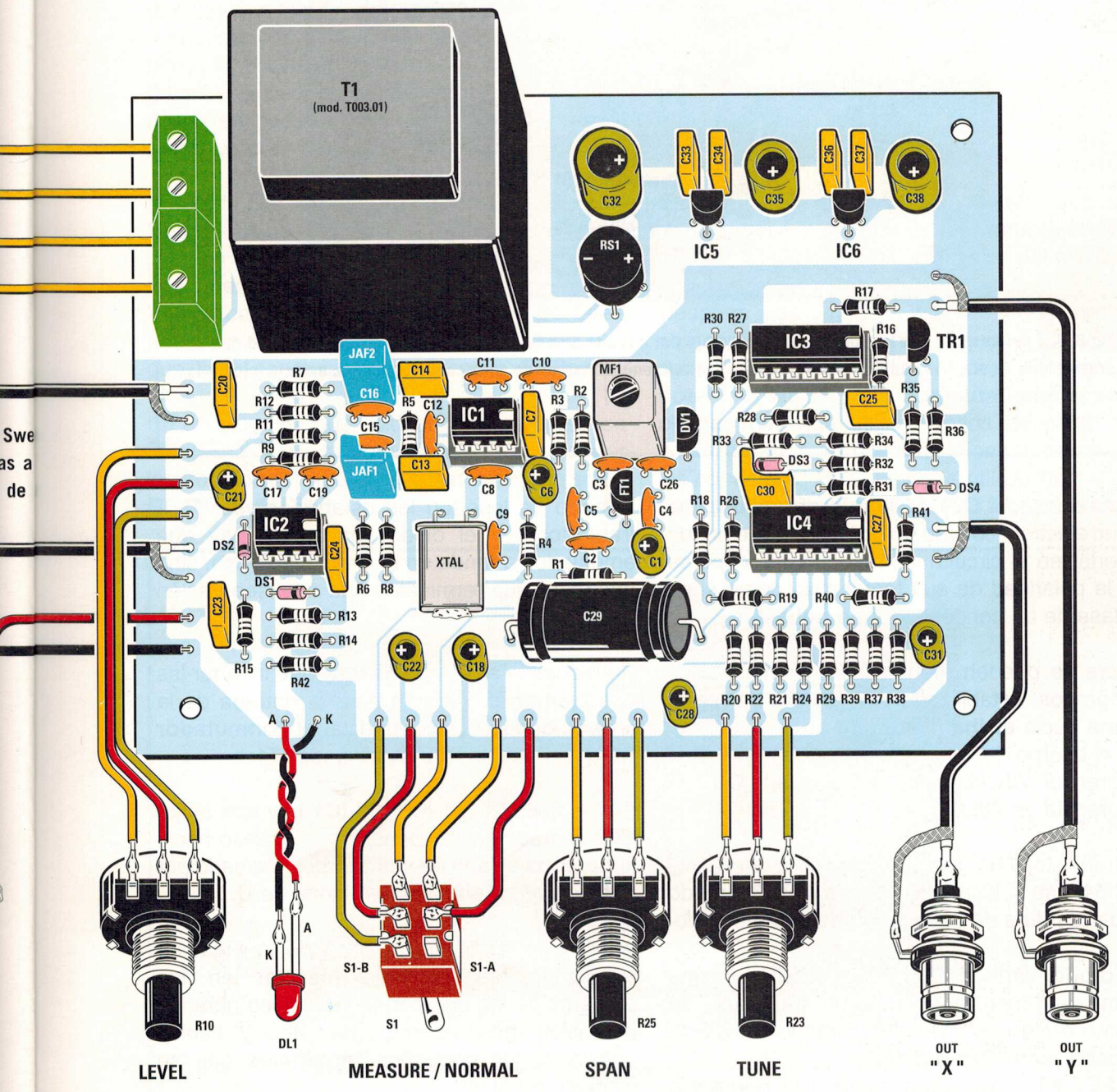


Fig.6. Esquema práctico de montaje del Swe Generator. Las dos salidas X-Y, situadas a derecha, se conectan a las entradas de osciloscopio (ver Fig.12).

Fig.7. Las conexiones de los estabilizadores de tensión, del FET, del transistor y del diodo varicap, todas vistas desde abajo.



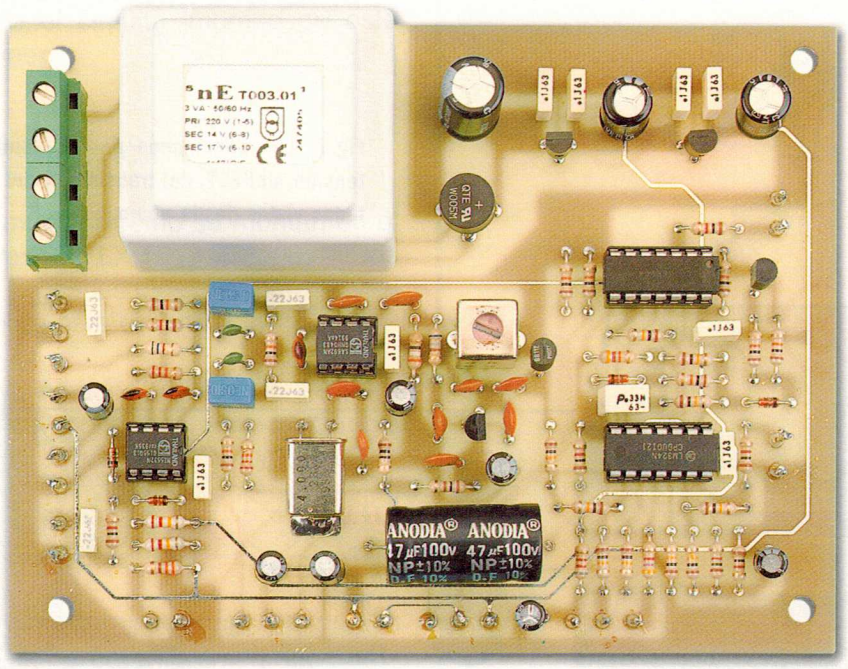


Fig.8. Así se presenta una vez terminado el montaje del circuito Sweep Generator. En el circuito impreso que se proporciona en el kit hay un dibujo serigráfico y una referencia impresa de cada componente que en esta fotografía no aparecen.

El condensador **C29** de **47 microfaradios**, que es un electrolítico pero **no polarizado**, se puede insertar en el circuito impreso sin preocuparse de la polaridad de sus terminales, como si se tratase de un condensador de **poliéster**.

Ahora se pueden montar los dos minúsculos integrados estabilizadores, girando la parte **plana** hacia **arriba** (ver Fig.6).
En el cuerpo del integrado **IC5** está impresa la referencia **78L12**, mientras que en **IC6** la referencia es **78L05**.

El transistor **TR1**, identificable por la referencia **BC.547**, se coloca a la derecha de **IC3** girando la parte **plana** de su cuerpo hacia el integrado.

El **diodo varicap DV1**, que tiene la misma forma y dimensiones que un transistor, se coloca a la derecha de **MF1**, girando hacia ésta la parte **plana** de su cuerpo.
El **FET FT1**, que tiene impresa la referencia **J.310**, se monta en el circuito impreso girando la parte **plana** de su cuerpo hacia el condensador cerámico **C4**.

Cuando se inserten los estabilizadores, FET, transistores y el diodo varicap no hay que empujarlos a fondo en el circuito impreso, sino mantener sus terminales con una separación de **4-5 mm**.

Para completar el montaje hay que insertar las dos **clemas** que sirven para la entrada de la tensión de red y para conectar el **conmutador S2** y, por último, el transformador **T1**.

En los zócalos **IC1-IC2-IC3-IC4** hay que alojar los integrados correspondientes, girando hacia la **derecha** el lado de sus cuerpos marcado por la muesca de referencia en forma de **U**.

Aunque en el dibujo práctico de la Fig.6 no aparezcan, se aconseja **insertar** en los agujeros de los que parten los cables para los potenciómetros, conmutador, etc., y cables coaxiales, los pequeños **terminales** que se incluyen en el kit.

Estos terminales aparecen en las fotografías de las Figs.8-9.

MONTAJE en el MUEBLE

El circuito impreso se fija en un mueble de plástico con los **4 separadores de plástico** con base **autoadhesiva** incluidos en el kit.

Después de haber insertado los separadores en los **4 orificios** que hay en el circuito impreso, hay que comprobar la posición en la que hay que fijar el impreso. Después de hacer una señal con un lápiz se puede **quitar** de la base de plástico el **papel** que protege el adhesivo y pegarlo en el mueble.
Ahora se pueden colocar en el panel frontal todos los controles (ver Figs.6-9).

Antes de fijar los tres potenciómetros **Level – Span – Tune**, hay que **acortar** sus ejes de plástico para que las **mandos** estén ligeramente separados del panel.
A la derecha del panel hay que fijar el **portaled** que sirve para alojar el LED **DL1** y, debajo, hay que fijar el conmutador de encendido **S2 Power**.

En un lado hay que colocar la **toma** de salida **BF** (**BF OUT**) y debajo de ésta hay que insertar los dos **conectores** para la entrada de la señal **BF** (**BF INPUT**).

El conector de la izquierda, de color **negro**, es el de **masa**, mientras que el de la derecha, de color **rojo**, es el de la **señal**.

Antes de fijar en el panel estos conectores hay que quitar de la parte posterior la **arandela aislante**, para insertarla luego detrás del panel.

Sobre el conector **rojo** hay que fijar el doble conmutador **Measure-Normal** signado como **S1**.

En el lado derecho del panel hay que montar los dos conectores **BNC** para las señales **X-Y** que hay que aplicar a las entradas del osciloscopio.

El tercer **BNC**, que sirve para la señal que hay que aplicar a la entrada de un **frecuencímetro digital**, se aloja al panel posterior del mueble.

Después de haber fijado todos estos componentes al panel frontal hay que conectarlos al circuito impreso. Para los **potenciómetros**, los **conmutadores** y las **clemas** hay que utilizar trozos de cable de cobre aislados en plástico, mientras que para los conectores **BNC** hay que utilizar trozos de **cable coaxial** del tipo **RG.174**, prestando

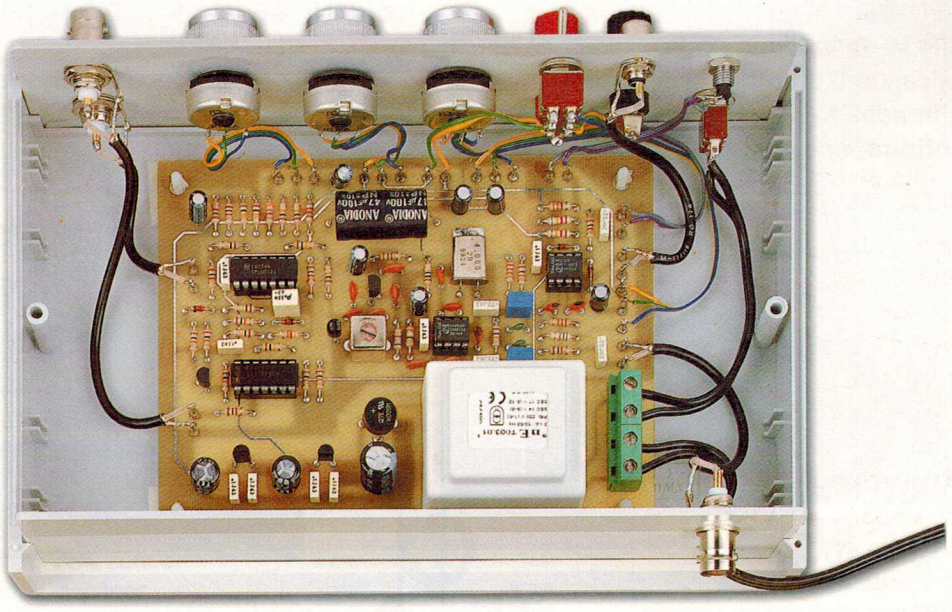


Fig.9. Fotografía del circuito impreso fijado en el interior del mueble. En el panel posterior hay que fijar el conector BNC para conectar un frecuencímetro digital que sirve para leer la frecuencia cuando se desplace el conmutador S1 a "Measure".

atención al conectar su **malla** al terminal de **masa** que hay en el circuito impreso.

PRUEBA del SWEEP

Una vez completado el montaje del **Sweep** hay que comprobar que funciona. Para ello hay que realizar las siguientes operaciones:

- Con dos cables coaxiales con conectores **BNC** hay que conectar las salidas **X-Y** del **Sweep** a las entradas **X-Y** del osciloscopio (ver Fig.12).

- En el osciloscopio hay un botón o un conmutador **X-Y** (ver Fig.10) que hay que pulsar, en caso contrario, hay que girar la mando **Time/Div** hasta la posición **X-Y**.

- Ahora hay que ajustar el mando de la etapa de entrada **Y** hasta el alcance **1 voltio x división** que, proporcionando un rastro de **2 cm** de ancho, permite controlar los filtros de tipo **pasivo**. Cuando se compruebe la banda pasante de amplificadores o preamplificadores, que proporcionan en salida señales ya **amplificadas**, conviene utilizar el alcance **2** o **5 voltios x división** y luego utilizar el mando **R10 Level** de manera que se obtenga la amplitud total de la señal en la pantalla del osciloscopio.

- El mando de la etapa de entrada **X** se ajusta en el alcance **0,5 voltios x división**.
- Las entradas **X-Y** se configuran para medidas en **continua**, es decir, **DC**.

- En la salida **Out Frecuency** hay que conectar un frecuencímetro que servirá para leer la **frecuencia** generada por el **Sweep** cuando la palanca del doble conmutador **S1** se ponga en la posición **Measure**.

- Conectar la salida **OUT BF** del Sweep al conector de entrada **rojo INP BF** por medio de un trozo de cable de cobre (ver Fig.12).

- Girar los mandos **Tune** y **Level** del **Sweep** en el sentido de las agujas del reloj, hasta su **máximo**.
- Después de haber colocado el conmutador **S1** en la posición **Normal** se puede encender el **Sweep** y, si no se ha cometido ningún error, en la pantalla aparecerá una **franja horizontal** tal y como aparece en la Fig.11.

- Si esta línea no aparece, antes de nada hay que buscar en la pantalla el **trazo** del osciloscopio, porque podría ser que los dos pequeños mandos de posición horizontal y vertical estén girados de manera que quede la señal **fuera de la pantalla**.

AJUSTE de MF1

- Conectar con un pequeño trozo de cable la toma de salida **Out-BF** con el conector de color **rojo INP.BF** (ver Fig.12).

- Conectar un **frecuencímetro digital** a la salida **Out Frecuency**, luego encender el **Sweep**.

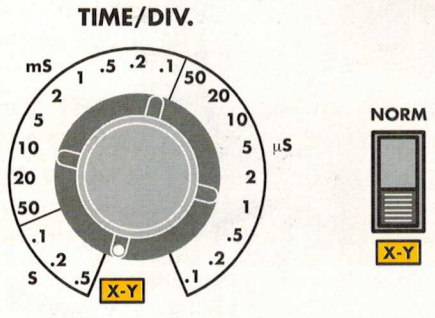


Fig.10. Si en el osciloscopio no hay un conmutador Norm.-X-Y, hay que girar la mando del Time/Div hasta la posición X-Y.

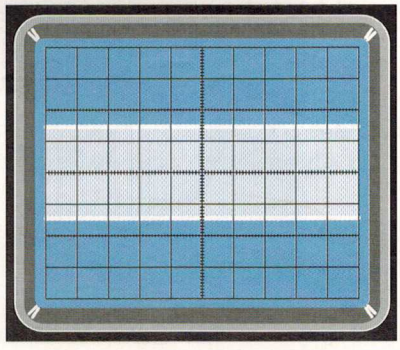


Fig.11. Aplicando la señal que se obtiene de la salida Out BF al borne de entrada INP. BF (ver Fig.12), aparecerá en la pantalla del osciloscopio una franja horizontal.

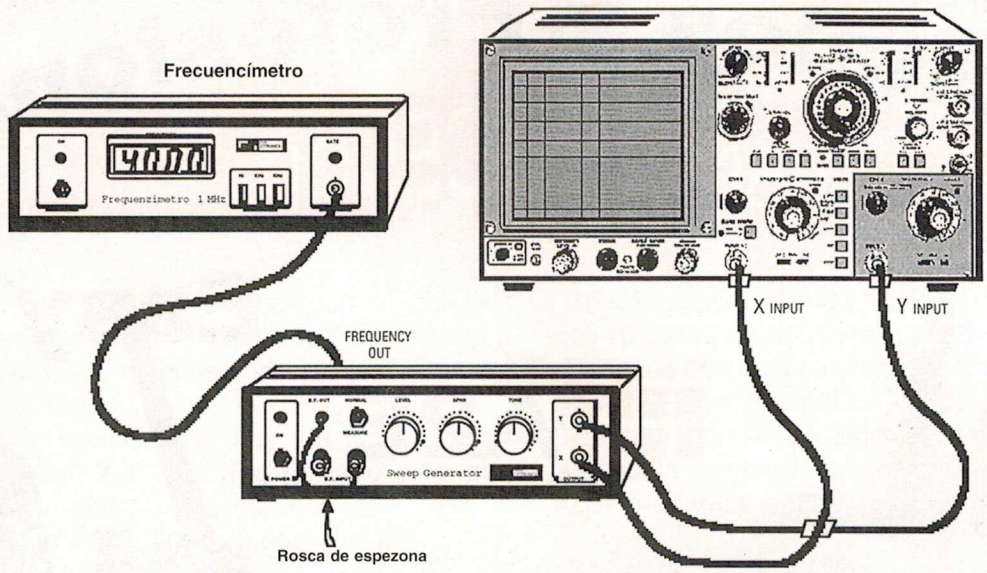


Fig.12. Para comprobar si el Sweep funciona regularmente hay que conectar la señal BF al toma Roja de INP.BF con un trozo de cable coaxial, luego desplazar la palanca del doble conmutador S1 hasta la posición Normal (ver en la Fig.6 el conmutador S1), en la pantalla del osciloscopio aparece la señal de la Fig.11. Aplicando en la toma de salida un frecuencímetro digital y desplazando la palanca S1 hasta la posición Measure, se puede leer la frecuencia generada girando el mando Tune.

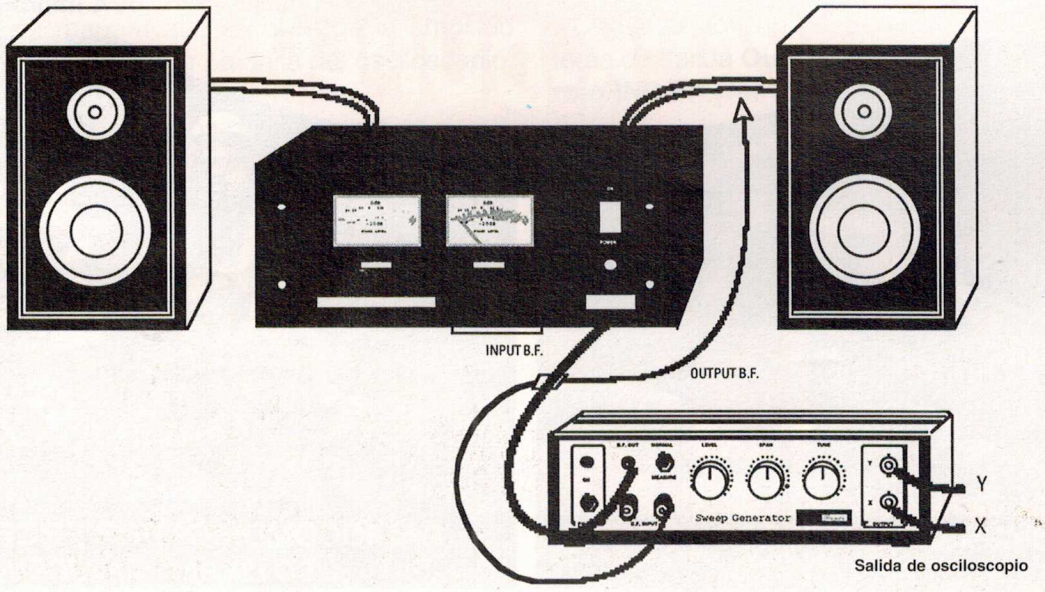
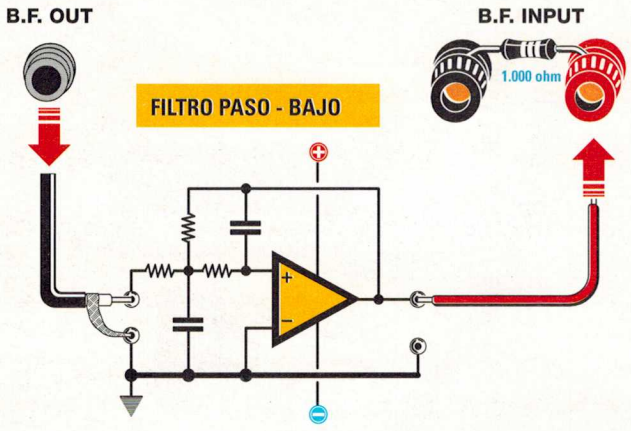
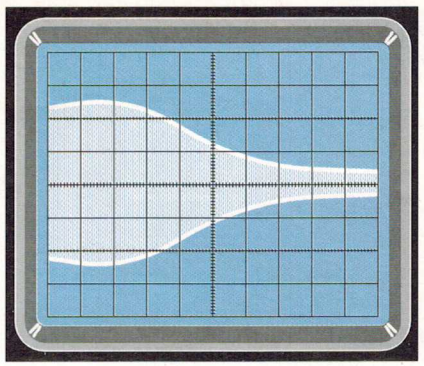


Fig.13. Para comprobar la banda pasante de un amplificador hay que obtener la señal de la toma de salida "Out BF". La señal que se obtiene de uno de los dos cables conectados a la Caja Acústica se aplica al conector de color Rojo INP.BF del Sweep. Si en el cable que se conecta no hay ninguna señal significa que se trata del cable de masa, por lo que habrá que obtener la señal del otro cable.





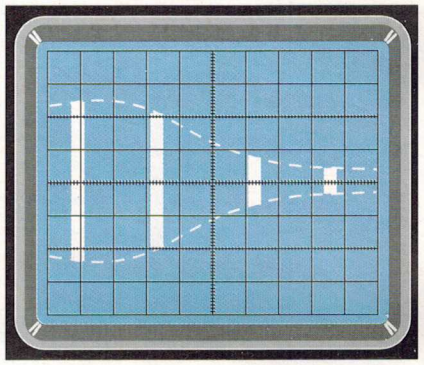
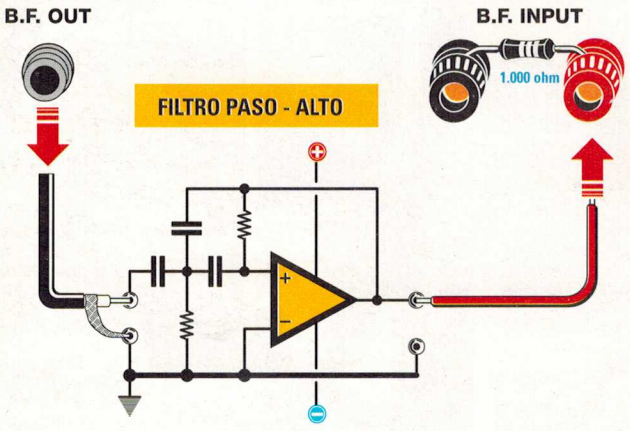
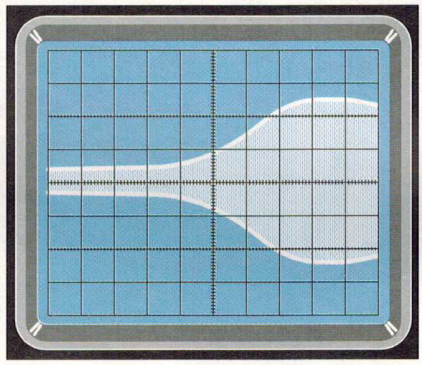


Fig.14. Para comprobar un filtro paso-bajo hay que conectar la señal que hay en la toma Out BF a la entrada del filtro, obteniendo luego de la salida de este último la señal que hay que aplicar al conector Rojo INP.BF. Entre los dos conectores se inserta una resistencia de 1.000 ohmios 1/4 de vatio. Desplazando la palanca del conmutador S1 hasta la posición Normal aparecerá la banda pasante (ver parte superior-derecha), desplazándola hasta la posición Measure aparecerá sólo un trazo vertical que se puede desplazar actuando sobre el mando Tune.





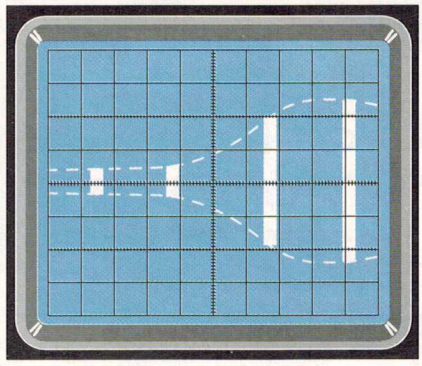


Fig.15. Para comprobar un filtro paso-alto hay que conectar la señal que hay en la toma Out BF a la entrada del filtro, obteniendo luego de la salida de este último la señal que hay que aplicar al conector Rojo INP.BF. Entre los dos conectores se inserta una resistencia de 1.000 ohmios 1/4 de vatio. Desplazando la palanca del conmutador S1 hasta la posición Normal aparecerá la banda pasante (ver parte superior-derecha), desplazándola hasta la posición Measure aparecerá sólo un trazo vertical que se puede desplazar actuando sobre el mando Tune.

- Desplazar la palanca del conmutador **S1** de **Normal** a **Measure**, en la pantalla del osciloscopio aparecerá un **trazo vertical**.
- Actuando sobre el mando **Tune**, desplazar este **trazo vertical** hacia la **derecha**, se leerá en el frecuencímetro el valor de la **frecuencia**.

- Si se lee una frecuencia superior a **400.000 Hz** hay que coger un pequeño destornillador y girar el **núcleo** de **MF1** hasta llegar a este valor.

- Este valor de **400.000 Hz** no es taxativo, por lo que se puede variar. Por ejemplo, se puede elegir un valor comprendido entre **200.000** y **300.000 Hz** si se desea.

- Una vez elegida la frecuencia **máxima** de Sweep, si se gira el mando **Tune** hasta llevar el **trazo vertical** hacia la izquierda, se puede saber el valor de la **frecuencia** que corresponde a cada división **horizontal**.

CÓMO UTILIZAR el SWEEP

Con este **Sweep** se puede controlar la **banda pasante** de cualquier amplificador de potencia, ver la **curva** de respuesta de un **filtro pasa banda** o de un filtro **paso alto** o **paso bajo**.
Actuando sobre los **potenciómetros** de los **controles** de **tono** de un preamplificador se puede ver en qué **frecuencias** empieza a **atenuar** o a **amplificar** la señal.

La señal que se obtiene de la toma de salida **Out BF** del Sweep puede aplicarse a cualquier tipo de **filtro pasivo**, compuesto por resistencias y condensadores, o a cualquier **filtro activo** realizado con **transistores** y **operacionales**. De la salida de estos **filtros pasivos** o **activos** se obtiene la señal que se aplicará al **conector rojo INP.BF** del **Sweep**.

El **conector negro INP.BF** no se utiliza casi nunca ya que la **masa** del circuito bajo prueba, tanto si se trata de un **filtro** como de un **amplificador**, está ya eléctricamente conectada a la **masa** del **Sweep** a través de la **malla** del cable conectado en la toma **Out BF**.
Sólo si no se conecta esta **malla** a la **masa** del amplificador o del filtro hay que conectar como **masa el conector negro INP.BF** del **Sweep**.

IMPORTANTE:

Cuando se comprueba la **banda pasante** de un amplificador hay que recordar que su salida debe estar conectada a la **Caja Acústica** o a una **resistencia** de **carga** de **4** u **8 ohmios** con una potencia igual a la suministrada por el amplificador.
Si se controla la **banda pasante** de un filtro que utiliza **operacionales** hay que conectar a su salida una **carga** que puede estar constituida por una resistencia de **1.000 ohmios** conectada entre el **conector rojo** y el **negro** (ver Figs.14-15).
Después de haber visualizado la **curva** de respuesta de un filtro cualquiera, si se quiere saber en qué frecuencia se empieza a **atenuar** basta con desplazar la palanca del doble conmutador **S1** de **Normal** a **Measure**, en la pantalla del osciloscopio, en vez de ver la **curva** completa que va de **0 Hz** a **400.000 Hz**, se verá sólo un trazo **vertical** que se puede desplazar **horizontalmente** actuando sobre el control **Tune**.
Si a la salida **Out Frecuency** está conectado un frecuencímetro digital, se puede leer la **frecuencia** exacta en la que el filtro empieza a **atenuar**.
Cuanto más abrupto es el salto de este **trazo vertical** entre la amplitud máxima y la mínima, mayor es la **atenuación** de los **dB x octava**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1513: Todos los componentes que aparecen en la Fig.6 necesarios para realizar el **Sweep Generator**, incluido el circuito impreso, los potenciómetros y sus mandos, y el cable de red para 220/230 voltios; **excluido** el mueble de plástico **MO.1513** .....91,30 €

MO.1513: Mueble de plástico con panel frontal perforado y serigrafiado (ver Fig.1) .....22,30 €

Se pueden proporcionar, a quién lo requiera, **3 cables coaxiales** (uno de **50 cm RG.150**, y dos de **100 cm RG.100**) ya conectorizados con dos **BNC macho**, que pueden servir para conectar al osciloscopio y al frecuencímetro.

CC.1513: Circuito impreso.....20,50 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

LX1507-08

RADIOMICROFONO FM



Fig.1. Las dimensiones del mueble de plástico elegido para el transmisor son las siguientes: 58 mm de largo, 35 mm de ancho y 19 mm de fondo.
Nota: La pila de 9 voltios se coloca en el interior del mueble.

Este radiomicrófono, capaz de cubrir una distancia de unos 300 metros, puede ser útil a la Policía o a los detectives privados para resolver algunos de sus casos. Nuestros lectores pueden utilizar este radiomicrófono sólo para uso personal ya que la Ley sobre la Privacidad no permite escuchar conversaciones privadas.

Puesto que existe una **Ley** sobre la **privacidad** no hay que olvidar que **no** está permitido escuchar las conversaciones ajenas, por lo que, antes de pasar a la descripción del esquema eléctrico de este proyecto, hemos querido enumerar las aplicaciones **legales** y aquellas a las que están autorizados sólo los **detectives privados**.

USO LÍCITO de un RADIOMICRÓFONO

Los aficionados a la **ornitología** pueden utilizar el radiomicrófono para grabar a distancia el canto de los pájaros. Para esta aplicación basta con colocar el **transmisor** en el árbol en que los pájaros suelen estar, si es posible, junto a un nido. Quien tenga una agencia de turismo y organice **visitas guiadas** a los museos o a lugares arqueológicos, puede entregar un **receptor** a los visitantes que tengan **problemas** de **oído**, para que así puedan escuchar perfectamente lo que explica el guía.

En trabajos de orientación de antenas, se puede dejar junto a la **televisión** el **microtransmisor** y subir al tejado el **receptor**. Con la ayuda de alguien que permanezca junto a la tele se puede orientar perfectamente la antena.
También se puede utilizar para escuchar si un bebé llora en otra habitación, por ejemplo.

USO ILÍCITO de un RADIOMICRÓFONO

La Ley sobre la **Privacidad** afirma que escuchar y divulgar los secretos ajenos en un **delito**.

EN 423 MHz

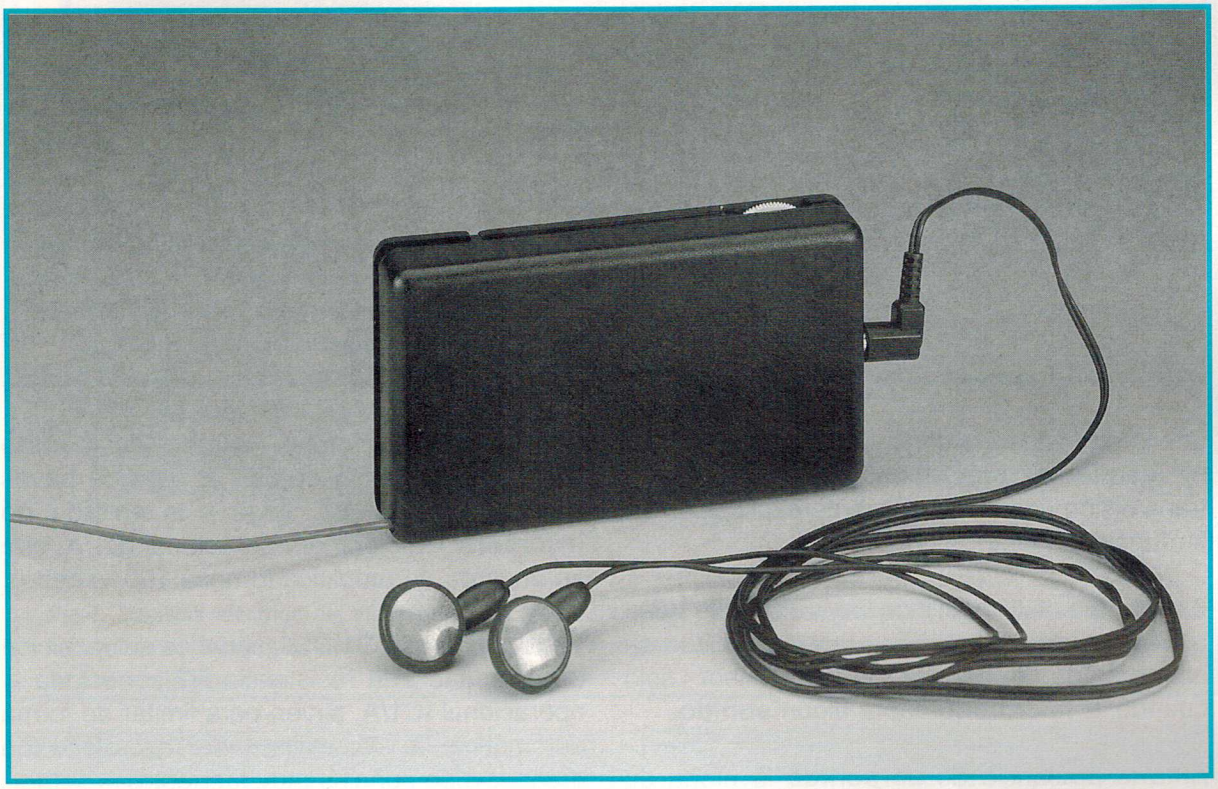


Fig.2. Las dimensiones del receptor son: 180 mm de largo, 60 mm de ancho y 24 mm de fondo. Como se puede ver en la Fig.11 en este mueble hay un hueco para la pila de alimentación de 9 voltios. En la toma de salida BF del receptor (ver Fig.7) se puede conectar un auricular.

Por lo tanto no se puede colocar el microtransmisor debajo de una mesa o sobre un armario para escuchar conversaciones **privadas**.

Tampoco se puede esconder un micro en una sala de exposiciones para saber si la obra del artista gusta o no al público.
Es un delito incluso colocar el microtransmisor en vuestra propia casa para escuchar conversaciones de algún familiar.

Sólo si se posee una **autorización judicial** se puede utilizar el radiomicrófono para obtener pruebas que podrían ser útiles para resolver alguna investigación.

ETAPA DE TRANSMISIÓN KM.1507

Para obtener un minúsculo radiomicrófono en una frecuencia de **423,22 MHz** hay que utilizar componentes **SMD** y, puesto que sabemos que es muy complicado soldarlos a las pistas del circuito impreso, nos hemos dirigido a empresas especializadas en el montaje automático de estos componentes.

De esta manera el precio final del producto **aumenta** pero también se tiene la garantía de la empresa que fabrica y prueba los circuitos.
Puesto que no es nuestro estilo presentar un proyecto ya montado sin explicar los elementos

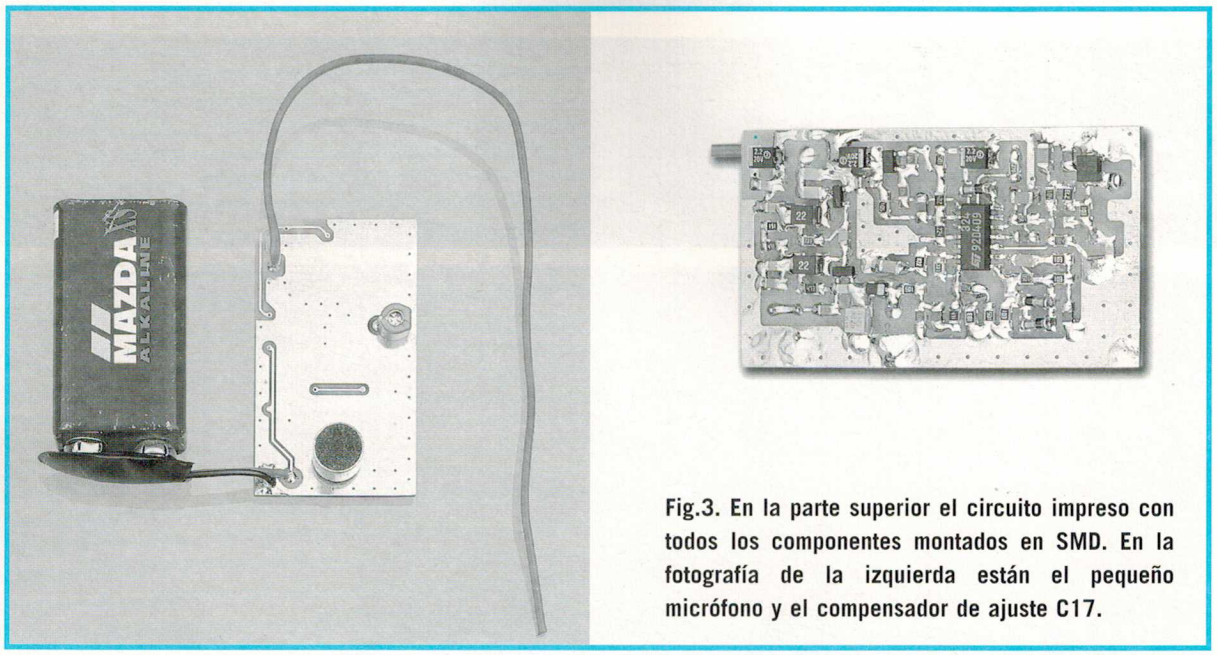


Fig.3. En la parte superior el circuito impreso con todos los componentes montados en SMD. En la fotografía de la izquierda están el pequeño micrófono y el compensador de ajuste C17.

que lo componen, a continuación presentamos el **esquema eléctrico** de la etapa de transmisión con la consiguiente explicación de su funcionamiento.

En la etapa de transmisión hay un circuito **VOX**, es decir, un **conmutador electrónico** que se encarga de **encender** el transmisor sólo cuando el **micrófono** capta algún **sonido**.

Ante la presencia de un **sonido** la etapa de transmisión se pone automáticamente en funcionamiento y se puede escuchar cualquier conversación, incluso a una distancia de **300 metros**.

Este **VOX** sirve para aumentar la **autonomía** de la pila ya que cuando el **transmisor** está **inactivo** todo el circuito absorbe sólo **3 mA**, mientras que cuando está en funcionamiento absorbe unos **30 mA**.
Para describir el esquema eléctrico que aparece en la Fig.4 hay que comenzar por el **micrófono preamplificado** (ver **micro** en la parte inferior-izquierda) que, como se puede notar, está alimentado directamente por la resistencia **R1** conectada a la pila de **9 voltios**.

Los operacionales **IC1/A-IC1/B-IC1/C-IC1/D** están alimentados por la tensión de **9 voltios** a través de la resistencia **R26** conectada a la patilla **4** de **IC1/D**.

Cuando el micrófono capta un **sonido** cualquiera, la señal de **BF**, al pasar a través del condensador **C1**, llega a la entrada **no inversora +** del primer operacional **IC1/A**, que se encarga de amplificarlo unas **100 veces**.

Los dos diodos **DS1-DS2**, situados en oposición de polaridad a la resistencia **R7** conectada al operacional **IC1/A**, sirven para limitar de forma automática la sensibilidad del micrófono en presencia de señales muy fuertes.
La señal que hay en la patilla de salida de **IC1/A** llega a la entrada **no inversora +** del segundo operacional **IC1/B**, que se encarga de amplificarla unas **4 veces**.

La señal captada por el micrófono se preamplifica **100 x 4 = 400 veces**, por lo tanto se puede captar una conversación normal a una distancia de hasta **4-5 metros** del micrófono.
La señal de **BF** que hay en la patilla de salida de **IC1/B** se envía, a través de la resistencia **R21** y el condensador **C18**, directamente al diodo varicap **DV1** de **9 picofaradios**, que la utiliza para **modular** en **FM** la frecuencia de **423 MHz** generada por la etapa de oscilación **TR1**.

Esta misma señal **BF** llega, a través de la resistencia **R13**, a la entrada **inversora –** del tercer operacional **IC1/C**, que se utiliza como **comparador** de **tensión**.

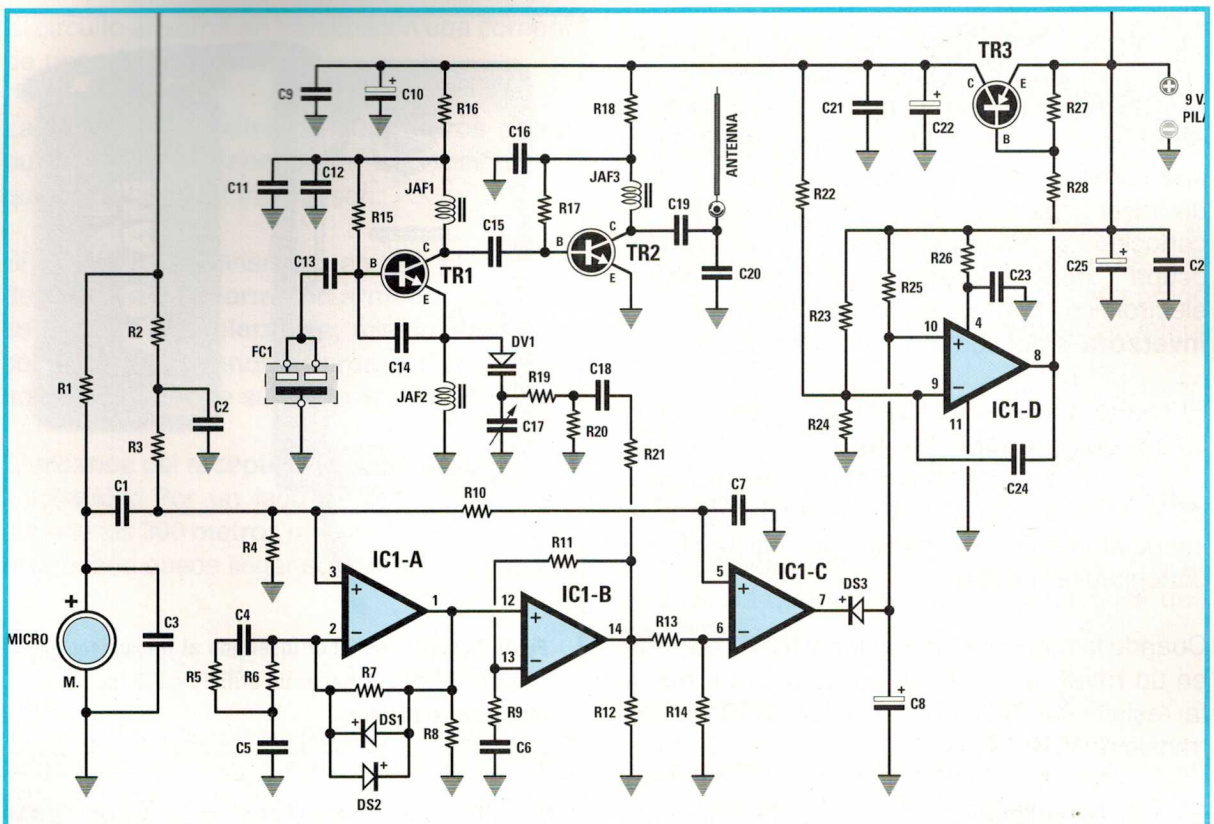


Fig.4. Esquema eléctrico del microtransmisor en 423,22 MHz montado con componentes SMD. Puesto que el transmisor se proporciona montado y ajustado, no hay que girar el cursor del compensador C17 para no desajustar la frecuencia generada.

LISTA DE COMPONENTES KM.1507

R1 = 10.000 ohm
R2 = 27.000 ohm
R3 = 100.000 ohm
R4 = 100.000 ohm
R5 = 10.000 ohm
R6 = 10.000 ohm
R7 = 1 Megaohm
R8 = 10.000 ohm
R9 = 8.200 ohm
R10 = 1 Megaohm
R11 = 22.000 ohm
R12 = 10.000 ohm
R13 = 100.000 ohm
R14 = 1 Megaohm
R15 = 47.000 ohm
R16 = 470 ohm
R17 = 22.000 ohm
R18 = 150 ohm
R19 = 10.000 ohm
R20 = 82.000 ohm
R21 = 470 ohm
R22 = 4,7 Megaohm R23 = 220.000 ohm
R24 = 220.000 ohm R25 = 4,7 Megaohm R26 = 47 ohm
R27 = 4.700 ohm
R28 = 4.700 ohm
C1 = 100.000 pF cerámico
C2 = 1 microF. cerámico
C3 = 100 pF cerámico
C4 = 22.000 pF cerámico
C5 = 100.000 pF cerámico
C6 = 1 microF. cerámico
C7 = 1 microF. cerámico
C8 = 2,2 microF. electrolítico
C9 = 10.000 pF cerámico
C10 = 2,2 microF. electrolítico
C11 = 1.000 pF cerámico
C12 = 10.000 pF cerámico
C13 = 1.000 pF cerámico
C14 = 2,2 pF cerámico
C15 = 2,2 pF cerámico
C16 = 10.000 pF cerámico
C17 = 30 pF ccompensador
C18 = 100.000 pF cerámico
C19 = 4,7 pF cerámico
C20 = 4,7 pF cerámico
C21 = 100.000 pF cerámico
C22 = 2,2 microF. electrolítico
C23 = 100.000 pF cerámico
C24 = 100.000 pF cerámico
C25 = 2,2 microF. electrolítico
C26 = 100.000 pF cerámico
JAF1 = imped. 22 nanoH.
JAF2 = imped. 4,7 microH.
JAF3 = imped. 22 nanoH.
FC1 = filtro SAW 423,22 MHz
DS1 = diodo tipo 1N.4148
DS2 = diodo tipo 1N.4148
DS3 = diodo tipo 1N.4148
DV1 = varicap BB.811
TR1 = NPN tipo BFR.93
TR2 = NPN tipo BFR.93
TR3 = PNP tipo BC.857
IC1 = integrado LM.324 in SMD
MICRO = cápsula preamplificada

De hecho, cuando el micrófono **no capta** ningún sonido, en la patilla de salida **7** de **IC1/C** hay un **nivel lógico 1**, es decir, una tensión **positiva**, pero en cuanto el micrófono capta una señal la patilla de salida **7** se conmuta a un nivel lógico **0**, es decir, esta patilla se cortocircuita a **masa** y de esta manera **DS3** se ocupa de **descargar** el condensador electrolítico **C8** colocado en la patilla **no inversora +** del cuarto operacional **IC1/D**.

El cuarto operacional **IC1/D** se utiliza también como **comparador** de **tensión**, de hecho, cuando en la patilla de entrada **no inversora +** de este operacional hay un **nivel lógico 0**, inmediatamente su patilla de salida **8** se cortocircuita a **masa**.

Cuando la salida del operacional **IC1/D** se pone en un **nivel lógico 0**, se cortocircuita a **masa** la resistencia **R28** que alimenta la **B**ase del transistor **PNP TR3**.

En estas condiciones el transistor **TR3** se pone en conducción haciendo pasar la tensión positiva de **9 voltios** de su **E**misor hacia su **C**olector y de esta manera alimenta los dos transistores **TR1-TR2** de la etapa de **transmisión**.

Cuando el micrófono **no capta** ningún sonido, la patilla de salida del operacional **IC1/D** se pone, después de algunos segundos (tiempo necesario para que el condensador electrolítico **C8** de **2,2 microfaradios** se cargue), en **nivel lógico 1**, desconectando de **masa** la resistencia **R28**.

Al faltar la tensión de polarización de Base del transistor **TR3**, éste se **abre** quitando la tensión de alimentación de **9 voltios** de los dos transistores **TR1-TR2** de la etapa de transmisión.

La etapa de transmisión está compuesta por los dos transistores **NPN TR1-TR2** que, como se puede ver en la lista de componentes, son dos **BRF.93** en **SMD** capaces de trabajar en una frecuencia máxima de **5 GHz**.

El primer transistor **TR1** se utiliza como etapa de oscilación de cuarzo y, de hecho, a su **B**ase está conectado el **filtro** resonador **SAW** ajustado en una frecuencia de **423,22 MHz**.

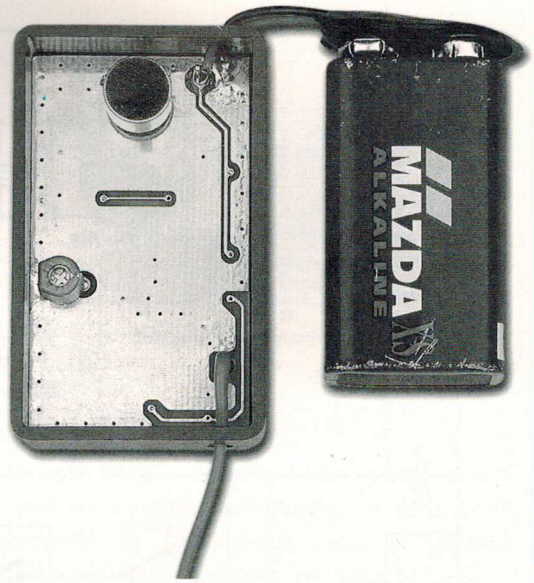


Fig.5. Después de haber insertado el transmisor en su mueble hay que hacer un orificio en la tapa a la altura del micrófono.

Para modular en **FM** la señal de **423,22 MHz** se utiliza el diodo varicap **DV1**.

La señal generada que hay en el **C**olector de **TR1** llega, a través del condensador **C15**, a la **B**ase del transistor **TR2** que se encarga de amplificarla antes de aplicarla a la **antena** de transmisión.

Las impedancias **JAF1-JAF3** de **22 nanohenrios**, igual a **0,022 microhenrios**, sirven para ajustar la frecuencia de salida en **423,22 MHz** teniendo en cuenta todas las **capacidades parásitas**, es decir, las producidas por el circuito impreso y los transistores.

La antena tiene que ser de **1/4 de onda**:

Longitud en cm = 7.200 : MHz

7.200 : 423,22 = 17 centímetros

Por lo tanto **no** hay que alargarla ya que si aumenta la longitud disminuiría el alcance, al contrario de lo que se podría pensar.

El circuito absorbe en transmisión una corriente de unos **30 mA**.

La **distancia máxima** de **300 metros** que se puede alcanzar depende de la posición en la que se coloque el transmisor.

Si se coloca el transmisor en una **planta baja** de un edificio de **hormigón armado**, su alcance se reducirá **notablemente**, mientras que si se coloca en el **segundo** o **tercer** piso del mismo edificio, el alcance superará los **300 metros**.

El **alcance** del **receptor** también varía según su colocación: Por un lado de un edificio puede superar los **300 metros** mientras que si se coloca al otro lado puede llegar sólo hasta **200 metros**.

ETAPA DE RECEPCIÓN KM.1508

El receptor es un superheterodino **FM** de **banda estrecha** apto para captar la señal de **423,22 MHz** emitida por la etapa de transmisión.

Puesto que todos los componentes utilizados en este receptor son **SMD**, este circuito también se proporcionará montado y **ajustado**.

Como se puede ver en el esquema eléctrico de la Fig.7, para realizar este receptor se ha utilizado el integrado **MC.3363** que es un receptor **VHF-FM** de doble conversión con una gran sensibilidad (ver Fig.6).

La señal captada por la **antena** de **17 cm** (**1/4 de onda**) llega a la Puerta (**G**ate) **1** del MOSFET **MFT1** pasando a través de un filtro **pasa-banda** ajustado para **423 MHz** compuesto por **C10-C11-C12-C14-JAF3-JAF4**.

La señal preamplificada, disponible en el **D**renador del MOSFET **MFT1**, se aplica a la patilla **1** de **IC1**, es decir, del integrado **MC.3363**, conectado al primer **mixer** conversor de frecuencia.

Este **mixer** se utiliza para convertir la frecuencia de **423,22 MHz**, enviada por el transmisor, en un valor de **frecuencia media** de **10,7 MHz**.
Para obtener esta conversión hay que aplicar a la patilla de entrada **26** una señal **VHF** que sea igual a:

423,22 + 10,7 = 433,92 MHz

Para obtener esta frecuencia hay que utilizar como etapa de oscilación el transistor **TR1** a cuya **Base** se ha conectado el **filtro** resonador **SAW** (ver **FC1**) ajustado en una frecuencia de **433,92 MHz**.

De la patilla de salida **23** del integrado **IC1** sale una frecuencia convertida en:

433,92 – 423,22 = 10,7 MHz

Que pasa a través del **filtro** cerámico **FC2** ajustado en **10,7 MHz**.

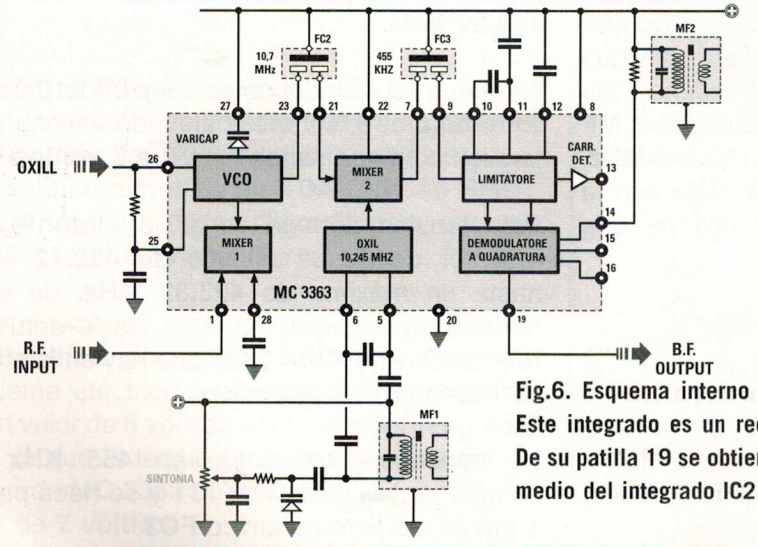


Fig.6. Esquema interno de bloques del integrado MC.3363. Este integrado es un receptor VHF-FM de doble conversión. De su patilla 19 se obtiene la señal BF que es amplificada por medio del integrado IC2 (ver Fig.7).

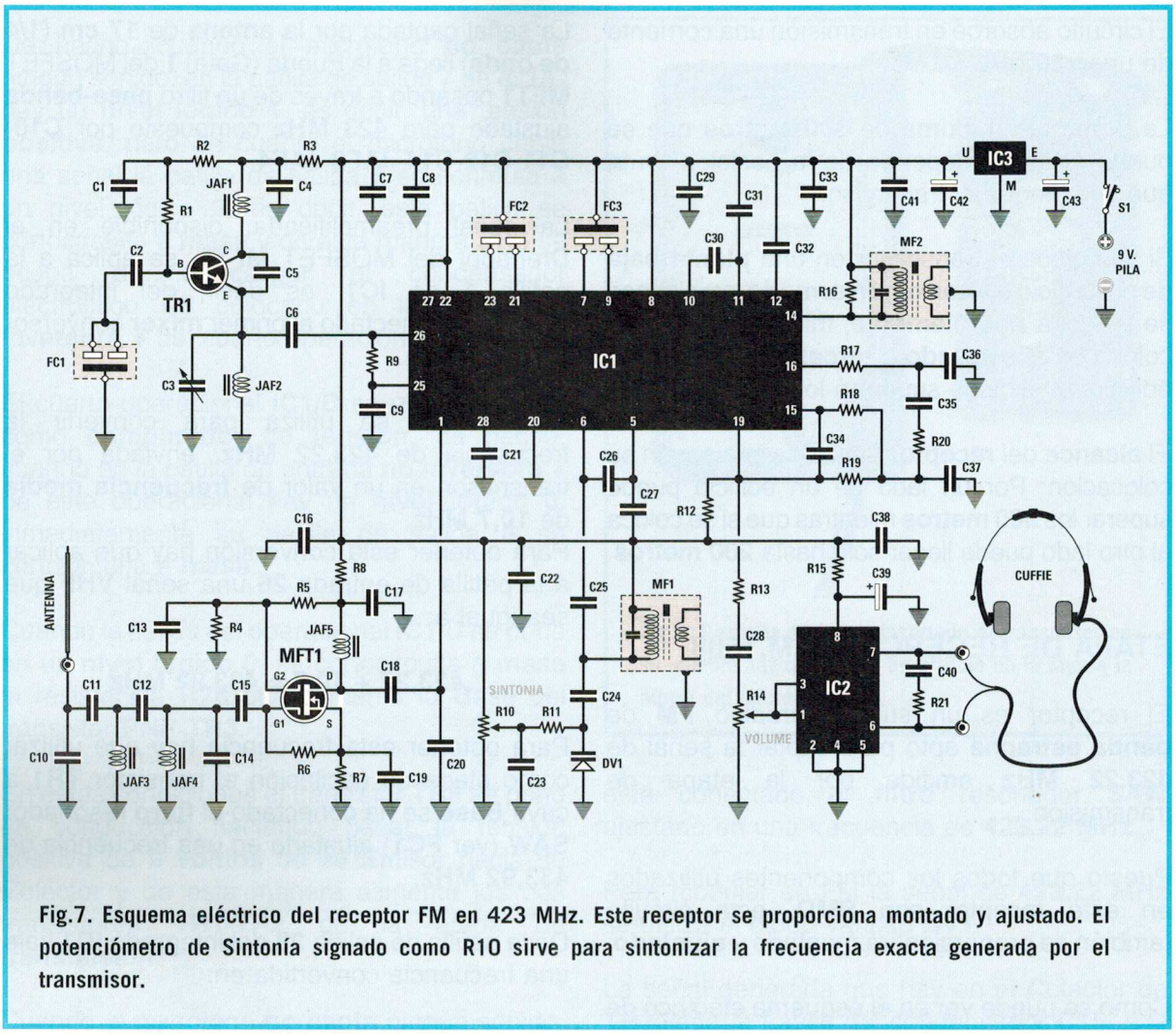


Fig.7. Esquema eléctrico del receptor FM en 423 MHz. Este receptor se proporciona montado y ajustado. El potenciómetro de Sintonía signado como R10 sirve para sintonizar la frecuencia exacta generada por el transmisor.

La señal filtrada por **FC2** entra de nuevo en la patilla **21** de **IC1** conectado al segundo mixer convertidor de frecuencia que hay en el interior del integrado. Este segundo **mixer** se utiliza para convertir los **10,7 MHz** en un valor fijo de **455 KHz** pero, para realizar esta conversión, hay que aplicar a las patillas **5-6** una frecuencia de **10,245 MHz** que se obtiene utilizando una **MF** de **10,7 MHz** (ver **MF1**) ajustada en **10,245 MHz**. Mezclando la frecuencia de **10,7 MHz** con la frecuencia de **10,245 MHz** se obtiene una frecuencia de:

10,7 – 10,245 = 0,455 MHz

Que corresponden a **455 KiloHertzios**.

El diodo varicap **DV1**, conectado a la **MF1** a través del condensador **C24**, sirve para retocar la **sintonía** del receptor.

De hecho, teniendo en cuenta las **tolerancias** de los diferentes componentes, **no** se puede asegurar que la frecuencia emitida por el transmisor **KM.1507** sea exactamente de **423,22 MHz**.

Girando el cursor del potenciómetro **R10** de un extremo a otro, se aplica al diodo varicap una tensión continua variable de **0** a **5 voltios**.

Esta tensión permite variar la **sintonía** del receptor desde un mínimo de **423,12 MHz** hasta un máximo de **423,32 MHz**, de esta manera de pueden corregir las eventuales **tolerancias** del **filtro SAW** que hay en la etapa de transmisión y recepción.

La frecuencia convertida en **455 KHz** se obtiene de la patilla **7** de **IC1** y se hace pasar a través del filtro cerámico **FC3**.

LISTA DE COMPONENTES KM.1508

R1 = 22.000 ohm
R2 = 1.000 ohm
R3 = 470 ohm
R4 = 47.000 ohm
R5 = 47.000 ohm
R6 = 10.000 ohm
R7 = 100 ohm
R8 = 10 ohm
R9 = 220 ohm
R10 = 10.000 ohm pot. lin.
R11 = 100.000 ohm
R12 = 1.000 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 47.000 ohm pot. log. + interr.
R15 = 10 ohm
R16 = 22.000 ohm
R17 = 4.700 ohm
R18 = 10.000 ohm
R19 = 10.000 ohm
R20 = 10.000 ohm
R21 = 10 ohm
C1 = 10.000 pF cerámico
C2 = 1.000 pF cerámico
C3 = 30 pF ccompensador
C4 = 10.000 pF cerámico
C5 = 2,2 pF cerámico
C6 = 4,7 pF cerámico
C7 = 100.000 pF cerámico
C8 = 10.000 pF cerámico
C9 = 10.000 pF cerámico
C10 = 15 pF cerámico
C11 = 5,6 pF cerámico
C12 = 0,68 pF cerámico
C13 = 10.000 pF cerámico
C14 = 1,5 pF cerámico
C15 = 1.000 pF cerámico
C16 = 100.000 pF cerámico
C17 = 10.000 pF cerámico
C18 = 12 pF cerámico
C19 = 1.000 pF cerámico
C20 = 2,2 pF cerámico
C21 = 10.000 pF cerámico
C22 = 100.000 pF cerámico
C23 = 100.000 pF cerámico
C24 = 22 pF cerámico
C25 = 1.000 pF cerámico
C26 = 33 pF cerámico
C27 = 33 pF cerámico
C28 = 1 microF. cerámico
C29 = 100.000 pF cerámico
C30 = 100.000 pF cerámico
C31 = 100.000 pF cerámico
C32 = 100.000 pF cerámico
C33 = 100.000 pF cerámico
C34 = 1.500 pF cerámico
C35 = 1 microF. cerámico
C36 = 5.600 pF cerámico
C37 = 5.600 pF cerámico
C38 = 100.000 pF cerámico
C39 = 47 microF. electrolítico
C40 = 100.000 pF cerámico
C41 = 100.000 pF cerámico
C42 = 47 microF. electrolítico
C43 = 47 microF. electrolítico
JAFI = 15 nanoH.
JAF2 = 4,7 microH.
JAF3 = 22 nanoH.
JAF4 = 22 nanoH.
JAF5 = 22 nanoH.
FC1 = filtro SAW 433,92 MHz
FC2 = filtro cer. 10,7 MHz
FC3 = filtro cer. 455 KHz
MF1 = media freq. FM 10,7 MHz
MF2 = media freq. AM 455 KHz
DV1 = varicap 1313.811
TR1 = NPN tipo BFR.93
MFT1 = mosfet BF.998
IC1 = integrado MC.3363
IC2 = integrado TDA.7050
IC3 = integrado TA.78L05
S1 = interruptor su R14

Desde la patilla de salida de este filtro, la señal de **MF** vuelve a entrar en la patilla **9** para poder llegar a las dos etapas internas **Limitadora** y **Demoduladora** (ver Fig.6 esquema de bloques del integrado **MC.3363**), que se encargan de proporcionar a la patilla **19** una señal **BF**.

La media frecuencia **MF2** de **455 KHz** que está conectada a la patilla **14** de **IC1** sirve, en la fase de ajuste, para eliminar eventuales distorsiones BF.
La señal de **BF** que hay en la patilla **19** se aplica al potenciómetro de volumen **R14** y se obtiene de su cursor para luego aplicarse a las patillas **1-3** del integrado **IC2**, un **TDA.7050** en **SMD**, que se encarga de amplificarla para que se escuche con unos auriculares.

Todo el receptor está alimentado por una pila de **9 voltios**, pero, como se puede ver en el esquema eléctrico, esta tensión se estabiliza en un valor de **5 voltios** por medio del integrado **IC3**, ya que la tensión máxima tolerada por el integrado **MC.3363** no puede nunca superar el valor de **7 voltios**.

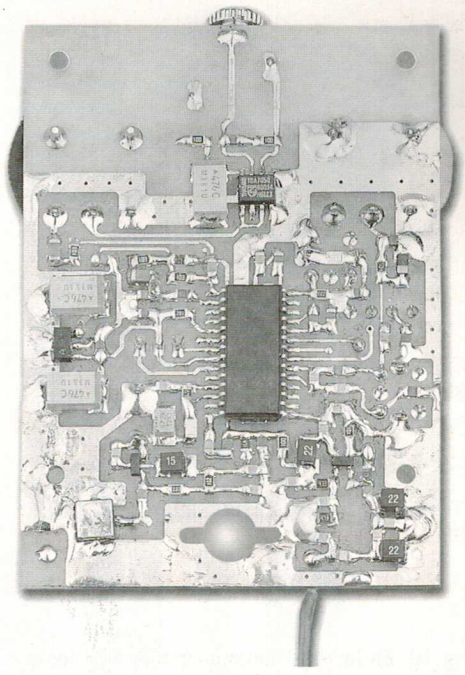


Fig.8. En la imagen se puede ver el circuito impreso del receptor visto desde el lado de los componentes.

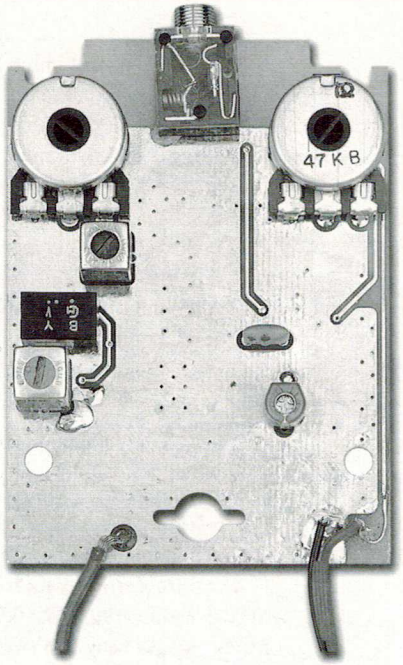


Fig.9. El circuito impreso de la Fig.8 visto al revés. En este lado están las dos medias frecuencias MF1-MF2, los dos filtros cerámicos FC2-FC3, el compensador C3, los dos potenciómetros y la toma para un auricular.

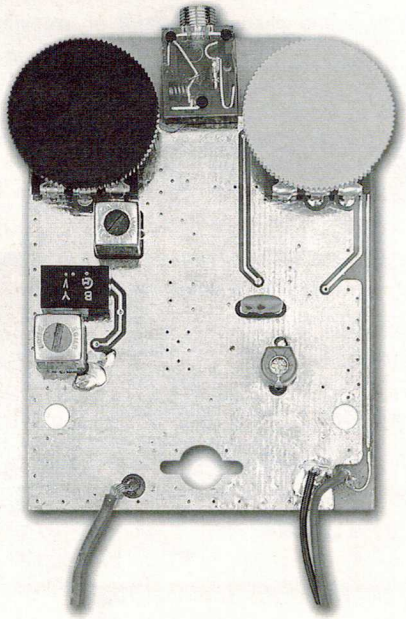


Fig.10. En los dos potenciómetros hay dos mandos de disco. El potenciómetro situado a la derecha sirve para controlar el Volumen y el de la izquierda para la Sintonía del receptor.

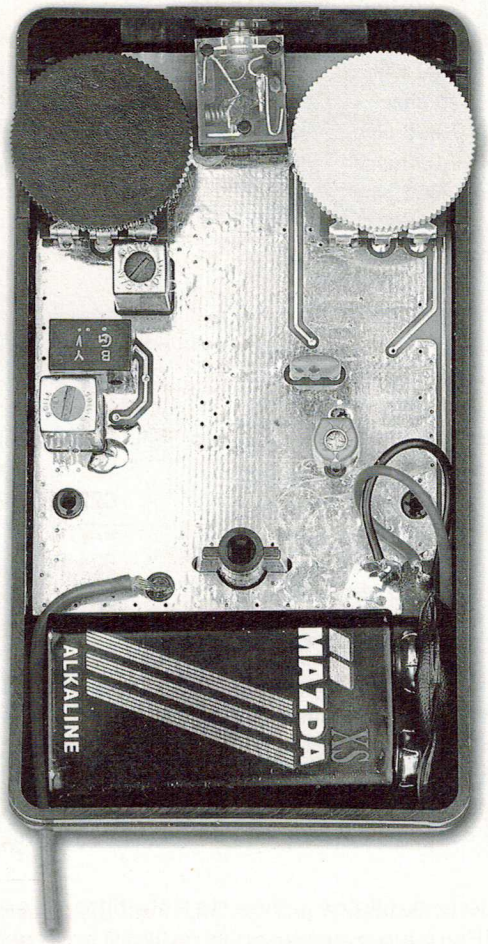


Fig.11.Quitando la tapa del mueble se puede ver el hueco para la pila de 9 voltios.

PRECIO TX y RX

KM.1507: Radiomicrófono de la Fig.3 montado y con mueble incluido (no se incluye la pila de **9 voltios**) .....46,90 €

KM.1508: Receptor de la Fig.11 montado y con mueble incluido. Se excluyen la **pila** de **9 voltios** y el **auricular** de la Fig.2.....83,40 €

CUF.10: auricular (ver Fig.2) .....5,25 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

LX1514

EFECTO FASER PARA

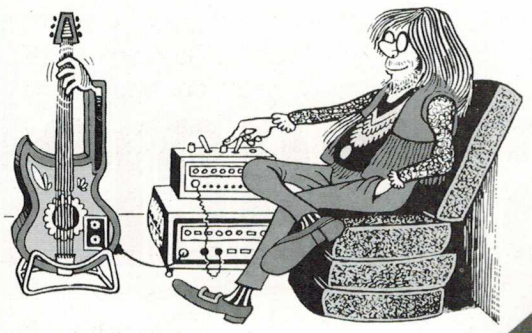




Fig.1. El circuito para el Efecto FASER se aloja en un elegante mueble con panel frontal serigrafiado.

Con ingenio y 5 integrados se puede realizar un circuito electrónico capaz de transformar el sonido de una guitarra eléctrica. Si se utiliza este instrumento musical por trabajo o por hobby se puede realizar este circuito para conseguir expresar nuevos y originales sonidos.

Explicar con palabras qué sonido produce el **distorsionador** de notas acústicas que se presenta en estas páginas es prácticamente imposible.

El mismo creador del proyecto no ha sabido darnos más que unas pocas indicaciones siendo una persona que, además de ser un apasionado de la música, es, de hecho, guitarrista y saxofonista de una conocida orquesta, tiene una gran pasión por la electrónica.

Cuando se puso en contacto con nosotros simplemente nos dijo que se trataba de un circuito electrónico **inédito**, realizado por él en su tiempo libre, y que el **efecto sonoro** producido no es similar al de un **distorsionador** ni al de un **exaltador** de **notas** ni al de un generador de **vibración** ni al de un **duplicador** de **tonos**.

Al no poder explicar con palabras este **efecto** nos propuso escucharlo para ver cual era nuestra opinión.

Teniendo en cuenta que el efecto ha sido bien acogido por quienes lo hemos escuchado y el precio de la realización del proyecto no es elevado, hemos decidido publicarlo.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Mirando el esquema eléctrico de la Fig.3 poca gente deducirá que se trata de un **desfasador** de **frecuencia** y que los dos potenciómetros **R32-R36** del circuito sirven para variar la **velocidad** y la **profundidad** de desfase, de manera que se puede adaptar a cualquier pieza musical.

La señal que se obtiene del **pick-up** de la guitarra se aplica a la **toma** de **entrada,** que aparece a la izquierda en el esquema eléctrico, posteriormente llega a la patilla **inversora** del primer operacional **IC1/A**.
Este operacional se utiliza simplemente como etapa de **separación**, con entrada de alta impedancia y salida de baja impedancia.

La señal que hay en la patilla de salida **7** de **IC1/A**, además de llegar a las entradas **no inversora** e **inversora** de los dos operacionales **IC3/A-IC3/B** situados a la salida, llega a la entrada **no inversora** del operacional **IC1/B**, utilizada como **primera** etapa de **desfase**.

La señal **desfasada** que hay en la salida de **IC1/B** se aplica, a través del condensador **C9**, a la entrada **no inversora** de la **segunda** etapa de **desfase IC2/A** y, la que se obtiene de la salida de este operacional se aplica, a través del condensador **C13**, a la entrada **no inversora** de la **tercera** etapa **de desfase IC2/B**.

Como se puede ver en el esquema eléctrico de la Fig.3, todas las **frecuencias** que se han

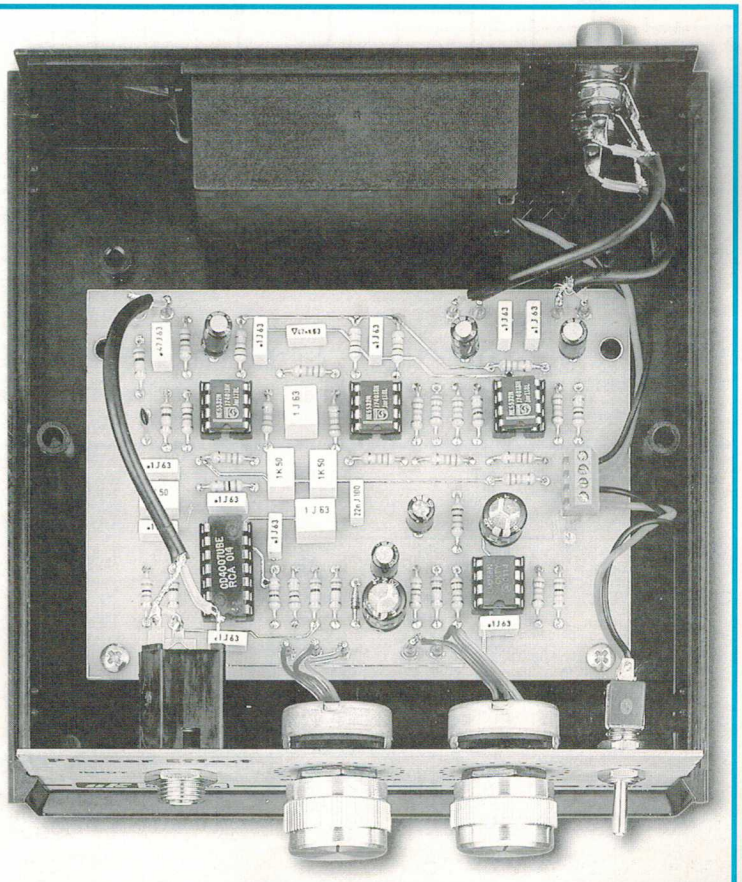


Fig.2. El circuito impreso de fija en la cubierta del mueble con 4 tornillos. En el panel frontal se fijan la toma Jack de entrada, los dos potenciómetros (Velocidad y Amplitud) y el conmutador S1. En el panel posterior se fijan las dos tomas de Salida A-B (ver Figs.7 y 10).

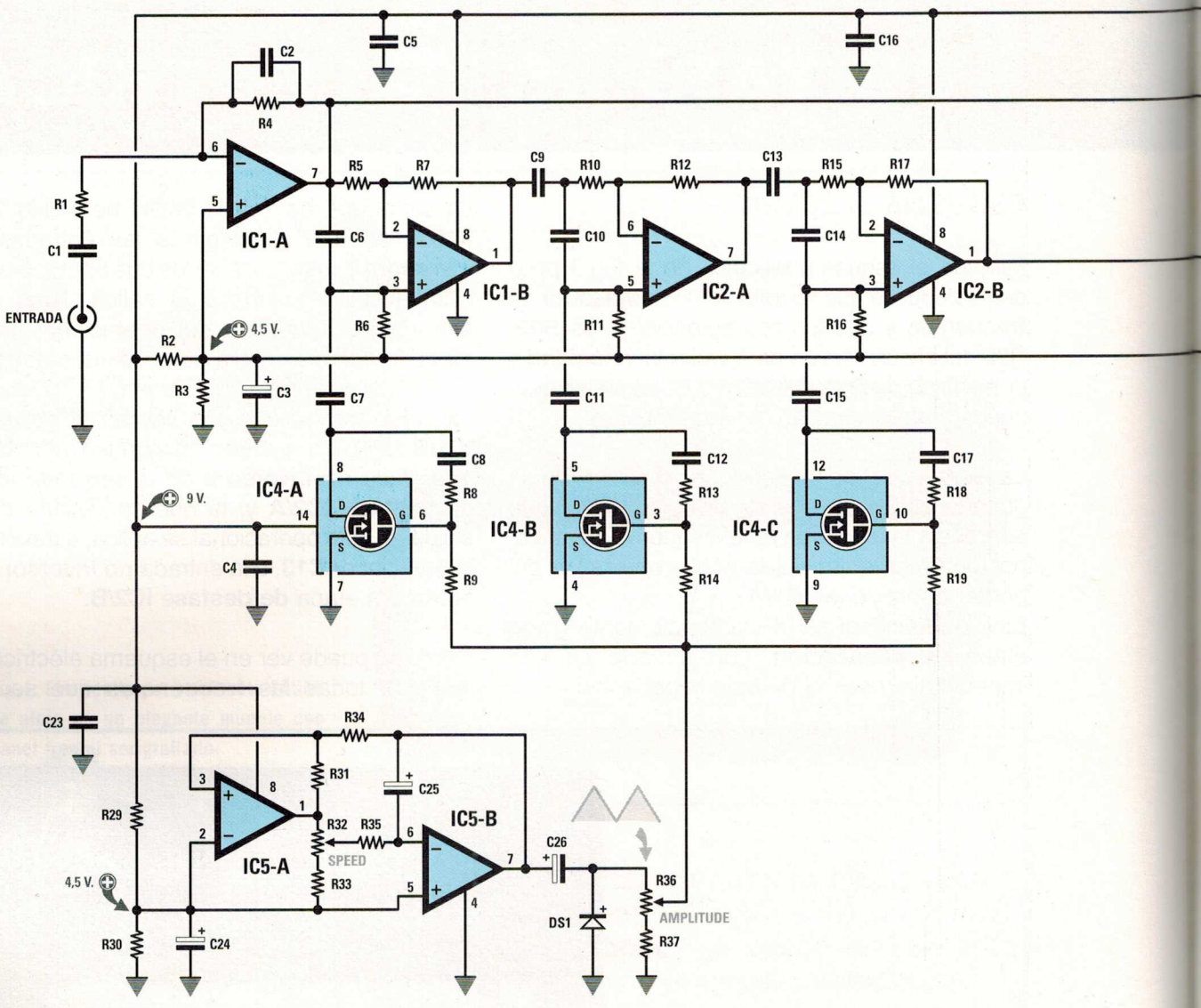
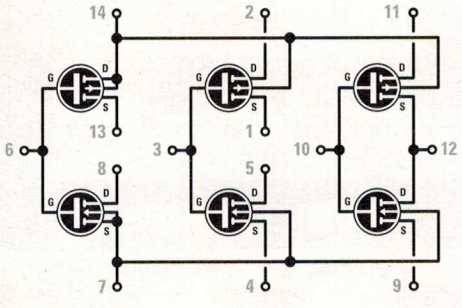
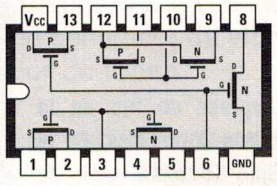


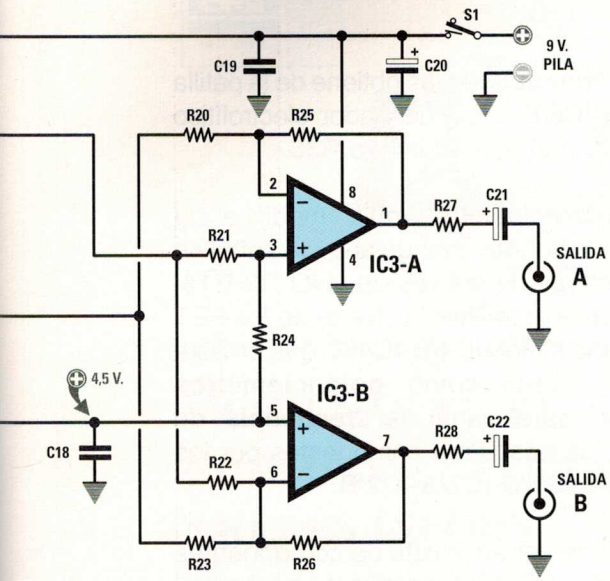
Fig.3. Esquema eléctrico del Phaser Effect para guitarras eléctricas. Para alimentar este circuito se utiliza una pila de 9 voltios que se coloca en el interior del mueble.

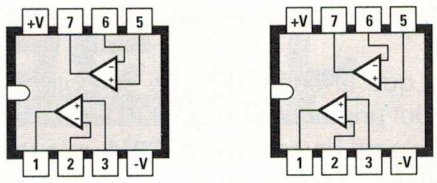




4007

Fig.4. Conexiones vistas desde arriba del CMOS 4007 utilizado para variar la frecuencia de desfase de los tres filtros IC1/B-IC2/A-IC2/B.





NE 5532 LM 358

Fig.5. En este circuito hay tres integrados NE.5532 y un LM.358. Puesto que tienen características diferentes, los NE.5532 se insertan en los zócalos signados como IC1-IC2-IC3 y el LM.358 en el IC5 (ver Fig.7).

LISTA DE COMPONENTES LX.1514

R1 = 100.000 ohm
R2 = 1.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 100.000 ohm
R5 = 22.000 ohm
R6 = 15.000 ohm
R7 = 22.000 ohm
R8 = 100 ohm
R9 = 100.000 ohm
R10 = 22.000 ohm
R11 = 15.000 ohm
R12 = 22.000 ohm
R13 = 100 ohm
R14 = 100.000 ohm
R15 = 22.000 ohm
R16 = 15.000 ohm
R17 = 22.000 ohm
R18 = 100 ohm
R19 = 100.000 ohm
R20 = 22.000 ohm
R21 = 22.000 ohm
R22 = 22.000 ohm
R23 = 22.000 ohm
R24 = 22.000 ohm
R25 = 22.000 ohm
R26 = 22.000 ohm
R27 = 100 ohm
R28 = 100 ohm
R29 = 5.600 ohm
R30 = 5.600 ohm
R31 = 22.000 ohm
R32 = 100.000 ohm pot. lin.
R33 = 1.000 ohm
R34 = 10.000 ohm
R35 = 100.000 ohm
R36 = 100.000 ohm pot. lin.
R37 = 1.000 ohm
C1 = 470.000 pF poliester
C2 = 33 pF cerámico
C3 = 10 microF. electrolítico
C4 = 100.000 pF poliester
C5 = 100.000 pF poliester
C6 = 100.000 pF poliester
C7 = 1 microF. poliester
C8 = 100.000 pF poliester
C9 = 1 microF. poliester
C10 = 47.000 pF poliester
C11 = 1 microF. poliester
C12 = 100.000 pF poliester
C13 = 1 microF. poliester
C14 = 22.000 pF poliester
C15 = 1 microF. poliester
C16 = 100.000 pF poliester
C17 = 100.000 pF poliester
C18 = 100.000 pF poliester
C19 = 100.000 pF poliester
C20 = 100 microF. electrolítico
C21 = 10 microF. electrolítico
C22 = 10 microF. electrolítico
C23 = 100.000 pF poliester
C24 = 10 microF. electrolítico
C25 = 10 microF. electrolítico
C26 = 100 microF. electrolítico
DS1 =diodo tipo 1N4148
IC1 = integrado tipo NE.5532
IC2 = integrado tipo NE.5532

desfasado con los tres operacionales **IC1/B-IC2/A-IC2/B** se aplican a las entradas de los dos operacionales de salida **IC3/A-IC3/B**, que han sido utilizados como etapas de **amplificación diferenciales**.

Puesto que la señal **BF** que se obtiene de la salida del primer operacional **IC1/A** se aplica a la entrada **no inversora** de **IC3/A**, mientras que las señales **desfasadas** que se obtienen del operacional **IC2/B** se aplican a la entrada **inversora** opuesta de **IC3/A**, de la patilla de salida **IC3/A** (ver **salida A**) se obtendrá una señal que sólo tendrá las frecuencias **desfasadas atenuadas**.

Puesto que la señal **BF** se aplica también a la entrada **inversora** del segundo operacional **IC3/B**, mientras que las señales **desfasadas** que se obtienen de la salida del operacional **IC2/B** se aplican a la entrada **inversora** de **IC3/B**, de la patilla de salida de **IC3/B** (ver **salida B**) se obtendrá una señal que sólo tendrá **reforzadas** las frecuencias **desfasadas**.
Puesto que de estas salidas **A** y **B** se obtienen sonoridades **peculiares** que suelen gustar al público joven, cada cual debe decidir si elige la salida **A** o la **B**.

Para completar esta descripción del esquema eléctrico hay que pasar a la etapa **generadora** de la señal **triangular** compuesta por los dos operacionales **IC5/A-IC5/B**.
Girando el cursor del potenciómetro **R32** de la salida de **IC5/B** se obtienen unas ondas **triangulares** a **muy baja frecuencia**, que partiendo de **0,05 Hz** pueden llegar a un máximo de **0,5 Hz**.

Estas ondas **triangulares** las obtiene de la patilla de salida de **IC5/B** el condensador electrolítico **C26** y las aplica al potenciómetro **R36**.

De este potenciómetro, que modifica la **amplitud** de las ondas triangulares, la señal se traslada, a través de las resistencias **R9-R14-R19**, a los terminales Puerta (**G**ate) de los FET signados como **IC4/A-IC4/B-IC4/C**, que en este circuito se utilizan como **potenciómetros automáticos** para variar la **frecuencia** de **desfase** de los tres filtros compuestos por los operacionales **IC1/B-IC2/A-IC2/B**.

Como se puede ver en la lista de componentes cada filtro tiene un condensador de capacidad decreciente que se encarga de **desfasar** una gama determinada de frecuencias.

La capacidad del condensador **C6**, que está aplicado al primer filtro **IC1/B**, es de **100.000 picofaradios**, la capacidad del condensador **C10**, que está aplicado al segundo filtro **IC2/A**, es de **47.000 picofaradios**, mientras que la capacidad del condensador **C14**, que está aplicado al tercer filtro **IC2/B**, es de **22.000 picofaradios**.

Cuanto más **aumenta** la amplitud de la señal de la onda **triangular** que llega a la Puerta (**G**ate) de los tres FET **IC4/A-IC4/B-IC4/C** más se **reduce** la resistencia **óhmica** entre el terminal Drenador (**D**rain) y Surtidor (**S**ource)

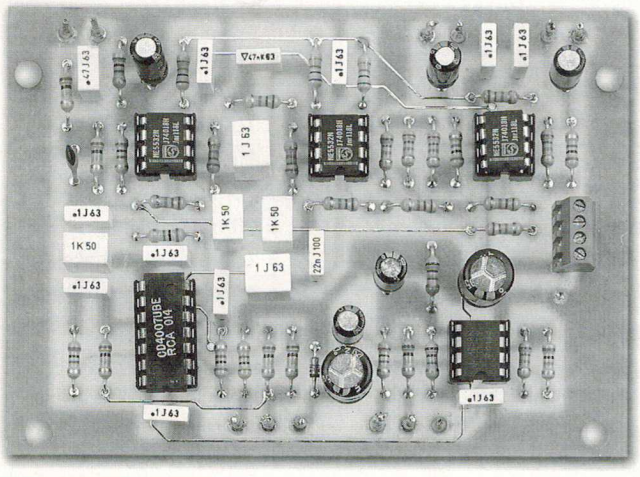
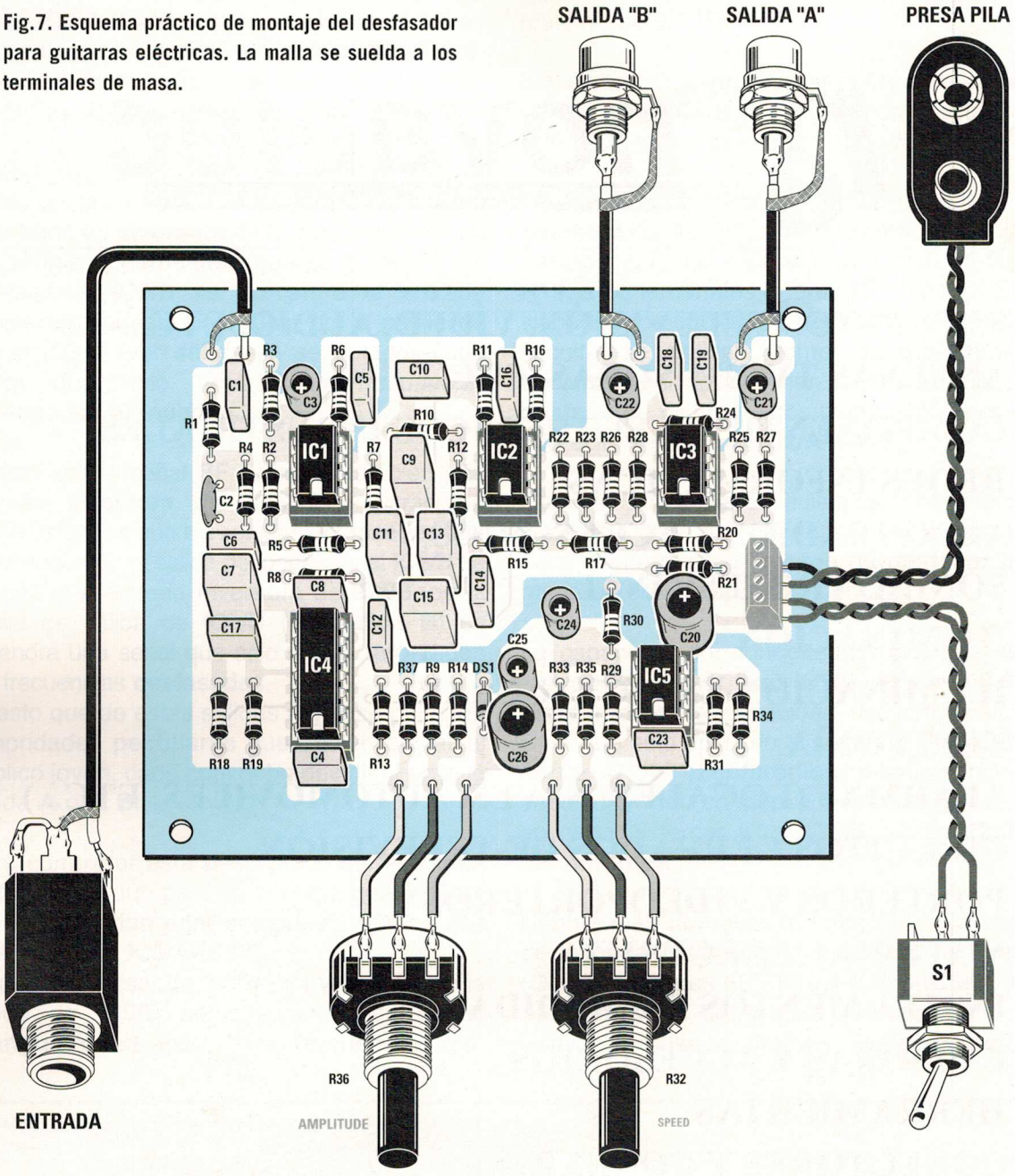


Fig.6. Fotografía del circuito impreso con todos los componentes montados.

Fig.7. Esquema práctico de montaje del desfasador para guitarras eléctricas. La malla se suelda a los terminales de masa.



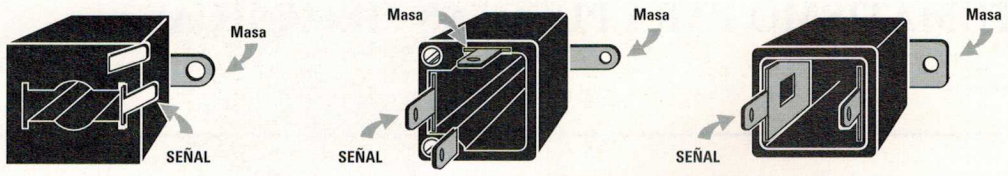


Fig.8. La toma Jack hembra utilizada para la entrada de la señal BF puede tener más de 2 terminales. Para identificar el terminal de masa se puede utilizar un óhmetro que indica qué terminal está eléctricamente en contacto con los cables.

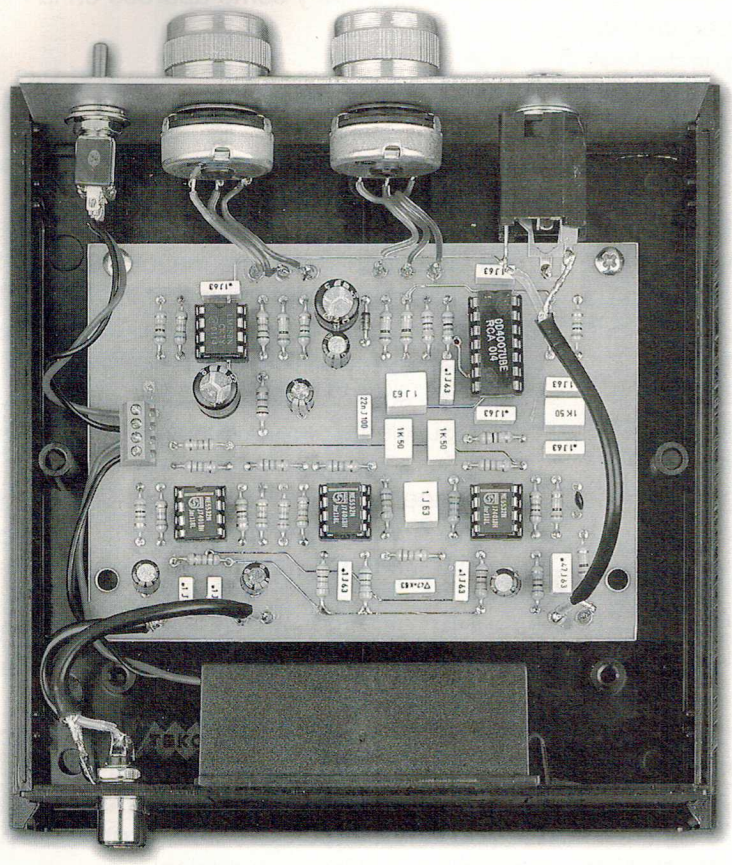


Fig.9. Al coger la malla de los cables apantallados para soldarla a los terminales de masa del circuito impreso, a la toma Jack de entrada y a las tomas de salida, hay que comprobar que no permanezca ningún cable de la malla suelto ya que podría provocar un cortocircuito con el terminal de la señal.

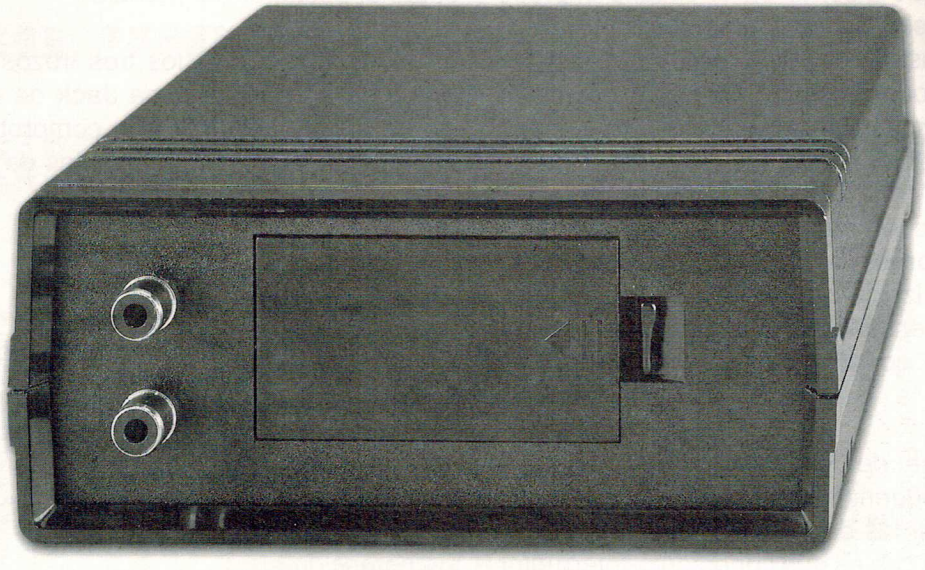


Fig.10. En el panel posterior del mueble, que es de plástico, hay que hacer dos agujeros para fijar las dos tomas de salida A y B. En esta parte del mueble hay una tapa que cubre el alojamiento para la pila de 9 voltios.

y, por lo tanto, aumenta **la frecuencia** de desfase de las tres etapas.
El primer potenciómetro **R32**, denominado **speed**, sirve para variar la **velocidad** de desfase.
Para que funcione este circuito hay que utilizar una pila de **9 voltios** y, puesto que su absorción está entorno a los **20 mA**, la autonomía está en torno a las cinco horas.
En este circuito se utilizan para **IC1-IC2-IC3** tres integrados **NE.5532** que tienen cada uno de ellos dos operacionales, mientras que para **IC5** se utiliza **1** solo integrado **LM.358** que contiene **dos** operacionales (ver Fig.5).

Para los FET se ha elegido un integrado CMOS tipo **4007** que contiene en su interior **3 FET** de canal **P** y **3 FET** de canal **N** (ver Fig.4), aunque utiliza sólo los **3 FET** de canal **N**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para realizar este **desfasador** hay que tener el circuito impreso signado como **LX.1514** y montar en él todos los componentes que aparecen en la Fig.7.

Para comenzar hay que insertar los **zócalos** de los cinco integrados y luego soldar **todas** sus patillas a las pistas de cobre del circuito impreso.
Ahora hay que insertar en el circuito impreso todas las **resistencias** y después, junto a los dos condensadores electrolíticos **C25-C26**, insertar el diodo de **silicio DS1** girando el lado rodeado por una **franja negra** tal y como aparece en el esquema práctico de la Fig.7.

Ahora se pueden empezar a insertar todos los **condensadores**, primero el **cerámico C2**, situado a la izquierda de **IC1**, luego continuar con los condensadores de **poliéster** y terminar con los condensadores **electrolíticos** respetando la polaridad **+/-** de sus dos terminales.
A la derecha del circuito impreso hay que insertar la pequeña clema de **4 polos** que sirve para conectar los dos cables de la **toma** de la **pila** y los dos cables que conectan el interruptor de encendido **S1**.

Para completar el montaje hay que insertar en sus zócalos todos los **integrados**, girando hacia **abajo** el lado con la muesca de referencia en forma de **U**, tal y como aparece en la Fig.7.

MONTAJE en el MUEBLE

El circuito se fija en el interior de un mueble de plástico con **4 tornillos**.

En el panel frontal de este mueble hay que fijar la toma hembra **jack** para introducir la señal de **BF** que procede de la guitarra, luego fijar el interruptor **S1** y los dos potenciómetros **R36-R32**, pero sólo después de haber acortado sus **ejes** lo suficiente para que los mandos no estén muy separados del panel frontal.
En el panel posterior, que es de plástico, hay que hacer dos agujeros de **6,5 mm**, que sirven para fijar las dos tomas de **salida A** y **B**.

La señal que se obtiene de una de las dos tomas se aplica a la entrada de un amplificador de potencia.
Si se dispone de un amplificador de potencia **estéreo** se puede aplicar la señal de la toma **A** a la entrada del canal **derecho** y la de la toma **B** a la entrada del canal **izquierdo** para obtener un sonido muy original.
La pila de **9 voltios**, necesaria para alimentar el circuito, se inserta en el **hueco** que hay en el panel posterior del mueble.

Cuando se conecten los tres trozos de **cable apantallado** para la toma **Jack** de **entrada** y las de salida **A-B**, hay que comprobar que la **malla** se suelde a los terminales de **masa** del circuito impreso.

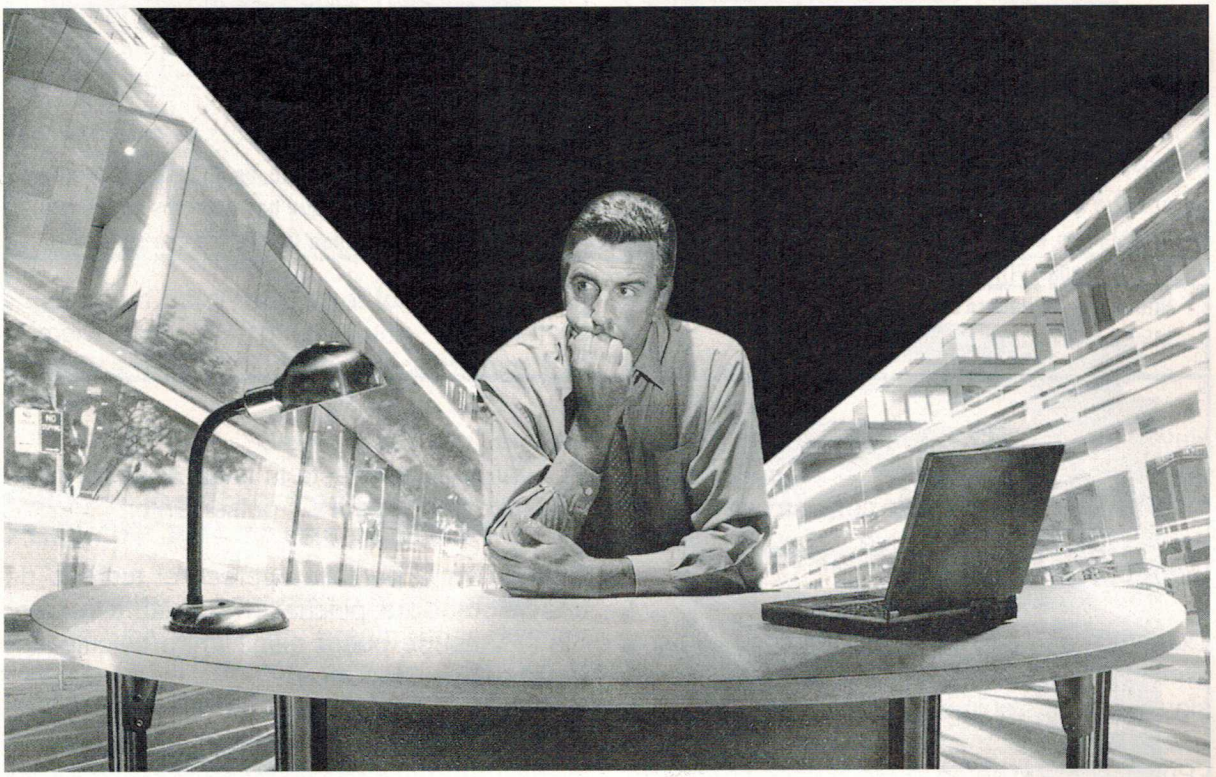
PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1514: Todos los componentes que aparecen en la Fig.7 necesarios para realizar el **Phaser Effect**, incluidos: **Circuito** impreso, **mueble** de color negro con panel frontal perforado y serigrafiado (ver Fig.1) y dos mandos para los potenciómetros .....50,90 €

CC.1514: Circuito impreso .....7,70 €

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

¿Qué son los dB?



Muchos entusiastas de Nueva Electrónica nos piden que continuemos con la publicación de artículos divulgativos. Para satisfacer estas peticiones presentamos un artículo que seguro que resultará muy interesante: Los decibelios.

El **decibelio**, cuyo símbolo es **dB**, es una unidad de medida **logarítmica** convencional utilizada en acústica, telefonía y en electrónica.

Para obtener el valor de los **decibelios** se calcula el **logaritmo** en **base 10** de la **proporción** que hay entre el nivel de la señal aplicada a la **entrada** y el nivel de la señal que se obtiene de la **salida**, expresado en tensión o en potencia.

Si la señal que se obtiene de la salida es **superior** a la aplicada a la entrada, se obtiene una **ganancia**, mientras que si la señal que se obtiene en la salida es **inferior** a la que se aplica en la entrada se obtiene una **atenuación**.
En todos los textos se dice que para calcular los **dB** basta con tener una **calculadora** y utilizar estas sencillas fórmulas:

Para los **niveles** de **tensión** es decir, los **voltios** (ver Fig.1)

dB = 20 x log (voltios salida : voltios entrada)

Para los **niveles** de **potencia** es decir, los **vatios** (ver Fig.2)

dB = 10 x log (vatios salida : vatios entrada)



Fig.1. Para calcular los dB en Tensión hay que conocer la proporción que hay entre los voltios que se obtienen en la salida (Vo) y los que se aplican a la entrada (Vi). En el texto se explica cómo se utiliza la calculadora científica de un ordenador con Microsoft Windows.

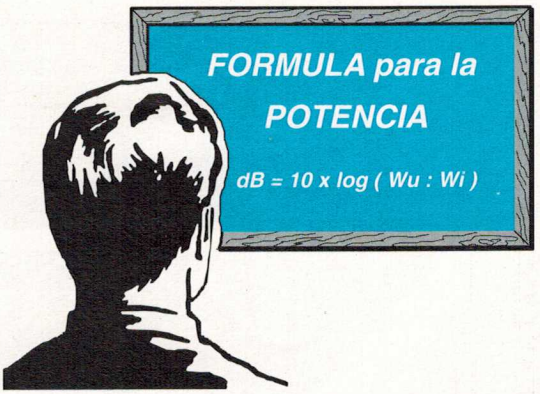


Fig.2. Para calcular los dB en Potencia hay que conocer la proporción que hay entre los vatios que se obtienen en la salida (Wo) y los que se aplican a la entrada (Wi).

Hay que añadir que para realizar estas operaciones se necesita una **calculadora científica**, no es suficiente con una calculadora normal y además hay que saber calcular el **logaritmo** de un número.

Quien disponga de un ordenador con Microsoft Windows, puede utilizar la calculadora siguiendo los siguientes pasos:

- Pulsar sobre el botón **Inicio** situado en la parte inferior-izquierda de la pantalla (ver Fig.3)

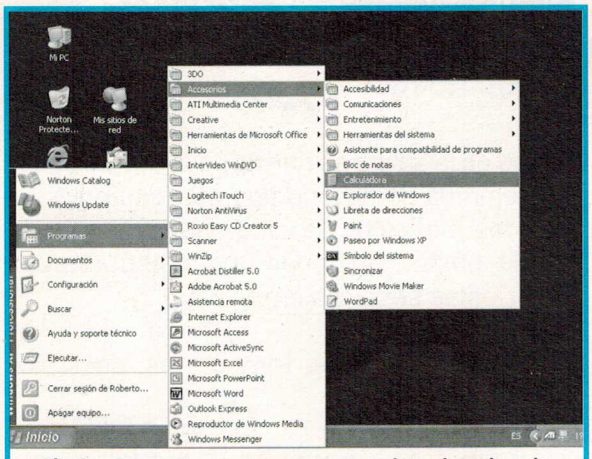


Fig.3. Para que aparezca en el ordenador la calculadora, hay que pulsar en el botón Inicio y luego sobre Programas. En el cuadro que aparece hay que llevar el cursor hasta Accesorios y, en el cuadro de la derecha, hay que pinchar sobre Calculadora.

- Ir a la línea **Programas.**
- Llevar el cursor hasta la línea **Accesorios**
- Buscar **Calculadora** y pulsar Enter.

Cuando en la pantalla aparece el **teclado** de una **calculadora**, pinchar en la palabra **Ver** (ver Fig.4) y así se podrá elegir entre calculadora **Estándar** o **Científica**.

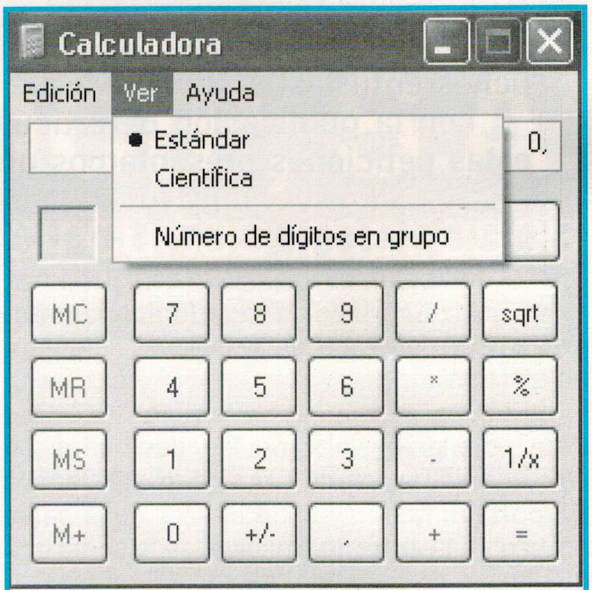


Fig.4. Si en la pantalla del PC aparece la calculadora Estándar, para que aparezca la calculadora científica hay que pinchar en Visualizar y luego en Científica.

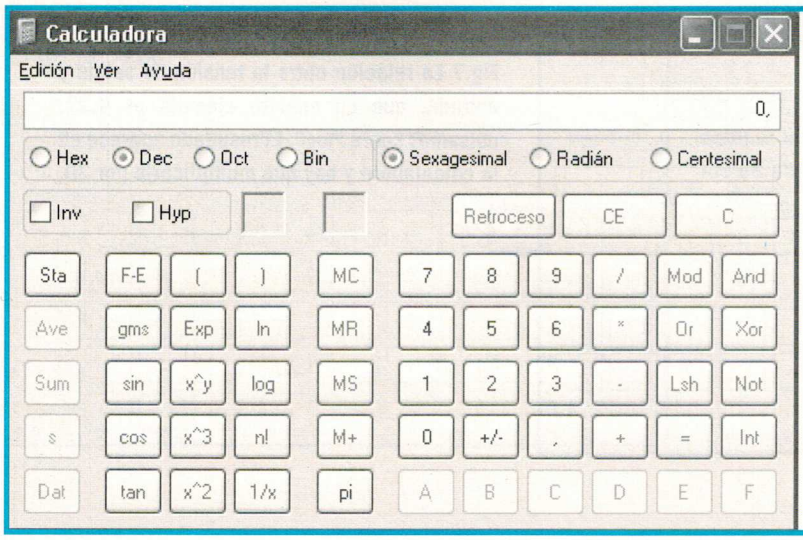


Fig.5. En esta imagen aparece la calculadora científica que sirve para calcular el valor de los dB tal y como se explica en las figuras 7 a 14.

Puesto que para calcular el **logaritmo** de un número hay que utilizar una **calculadora científica**, habrá que elegir precisamente esta opción.

Calcular los dB conociendo la PROPORCIÓN de una TENSIÓN

Para calcular la **ganancia** o la **atenuación** en **dB** de una etapa de **preamplificación** en función de la **tensión** hay que conocer la amplitud en **voltios** de la señal que se aplica a la **entrada** y la amplitud de la señal que se obtendrá en la **salida**.

Suponiendo que se aplique a la **entrada** de la etapa una señal de **1,4 voltios** y se obtenga en la **salida** una señal de unos **5,98 voltios**, sabiendo que la **fórmula** para obtener los **dB** en función de la **tensión** es:

dB = 20 x log (voltios salida : voltios entrada)

La primera operación que hay que realizar es calcular la **proporción** entre la tensión obtenida en la **salida** y la que se aplica a la **entrada**:

5,98 : 1,4 = 4,27 (proporción entre las dos tensiÓns)

Sabiendo la proporción, hay que calcular el **logaritmo** de **4,27** y, para ello, hay que teclear el número **4,27** en la calculadora y luego pulsar



Fig.6. Si se aplica a la entrada de un preamplificador una señal de 1,4 voltios, en su salida se obtendrá una señal de 5,98 voltios. Se puede conocer su ganancia en dB calculando el logaritmo de la proporción entre estas tensiones y multiplicando el resultado por 20, tal y como se explica en las Figs.7-8.

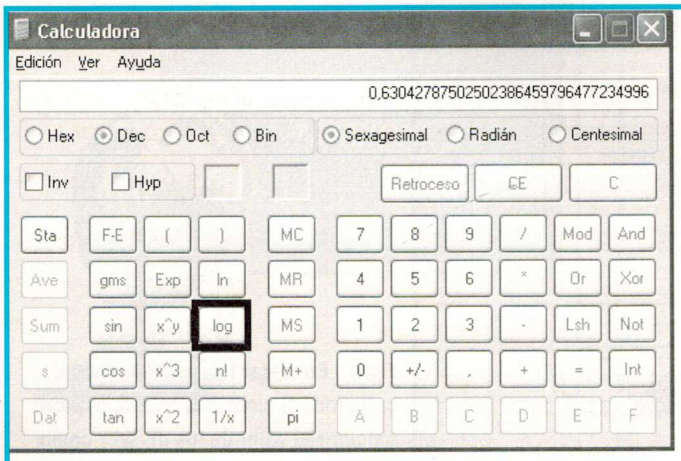


Fig.7 La relación entre la tensión de salida y entrada, que en nuestro ejemplo es 4,27, pulsamos sobre "log". El resultado aparece en la calculadore y hay que multiplicarlo por 20.

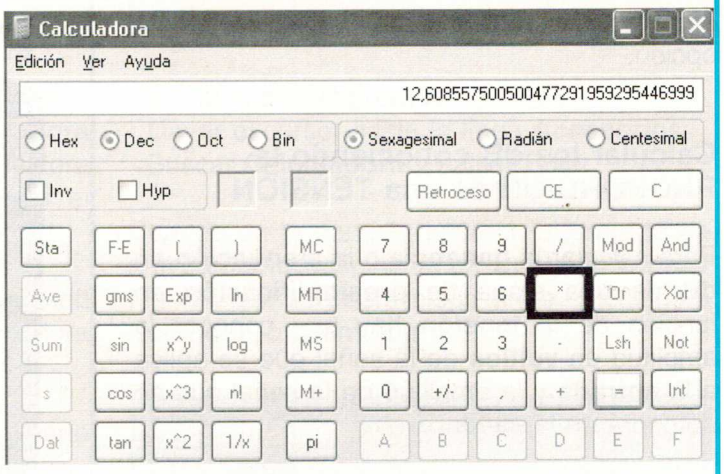


Fig.8 Para calcular el valor en dB de la relación de tensión igual a 4,27, debemos pulsar la Tecla * (multiplicación) y después el numero 20 y pulsar Enter.
El resultado que aparece cuantifica los dB relativos a la relación de tensión de 4,27.

en la tecla **log**. En la ventana de cálculo aparecerá el número **0,6304** (ver Fig.7).

Ahora hay que pulsar la tecla * (símbolo de multiplicación) y teclear **20**: El número anteriormente obtenido se multiplicará por **20** y aparecerá el número **12,608** que son los **dB** (ver Fig.8).

4,27 log = 0,6304
0,63 * 20 = 12,608

Por lo tanto, si en la entrada de este preamplificador se aplica una señal cuya amplitud es de **0,2 voltios**, de su **salida** se obtendrá una señal de:

0,2 x 5,012 = 1,00 voltios

Si en la entrada de este mismo preamplificador se aplica una señal cuya amplitud es de **1,3 voltios**, de su **salida** se obtendrá una señal de:

1,3 x 5,012 = 6,51 voltios

Calcular los dB conociendo la PROPORCIÓN de una POTENCIA

Para calcular la **ganancia** o la **atenuación** en **dB** de una etapa de **preamplificación** en función de la **potencia**, hay que saber la potencia en **vatios** de la señal que se aplica a la **entrada** y la potencia de la señal que se obtendrá de la **salida**.
Suponiendo que se aplique a la **entrada** de la etapa una potencia de **2 vatios** y se obtenga

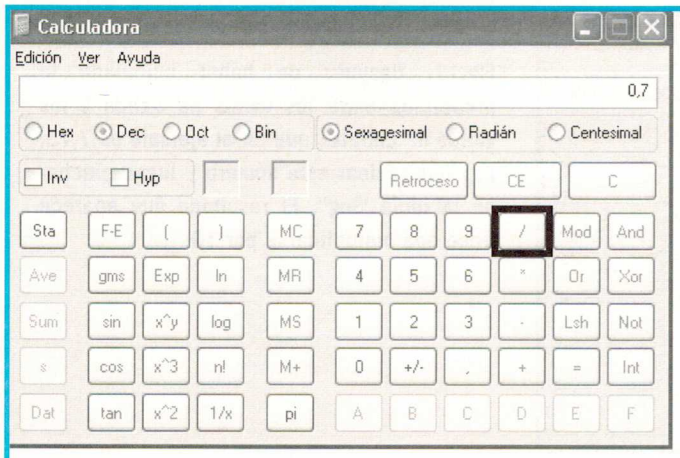


Fig.9. Si se conoce un valor en dB y se quiere obtener la proporción en tensión hay que dividir los dB entre 20.

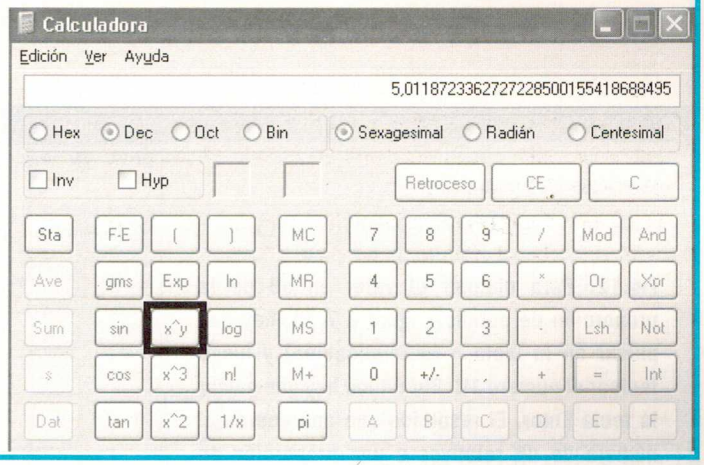


Fig.10. Después de haber tecleado el número 10, que sería el logaritmo en base 10, hay que teclear 0,7 (resultado de 14 : 20 = 0,7 de la Fig.9) y luego pulsar Enter, acto seguido aparecerá la proporción en tensión igual a 5,0118.

en la **salida** una señal de unos **15,5 vatios**, sabiendo que la **fórmula** para obtener los **dB** en función de la **potencia** es:

dB = 10 x log (vatios salida : vatios entrada)

La primera operación que hay que realizar es calcular la **proporción** entre la potencia obtenida en la **salida** y la que se aplica en la **entrada**:

15,5 : 2 = 7,75 (proporción entre las dos potencias)

Sabiendo la proporción, hay que calcular el **logaritmo** de **7,75** y, para ello, hay que teclear el número **7,75** en la calculadora y luego pulsar en la tecla **log**. En la ventana de cálculo aparecerá el número **0,8893** (ver Fig.11)

.Ahora hay que pulsar la tecla * (símbolo de multiplicación) y teclear **10**: El número anteriormente obtenido se multiplicará por **10** y aparecerá el número **8,89** que son los **dB** (ver Fig.12).

Calcular la GANANCIA de POTENCIA conociendo el valor de los dB

Igual que con los **voltios**, con los **vatios** se puede realizar la operación **inversa**, es decir, calcular cuantas veces se **amplifica** en **potencia** una señal aplicada a la entrada de un amplificador conociendo su **ganancia** expresada en **dB**.

La única diferencia entre esta fórmula y la anterior es el **divisor**, que será **10** en lugar de **20**, tal y como aquí aparece:

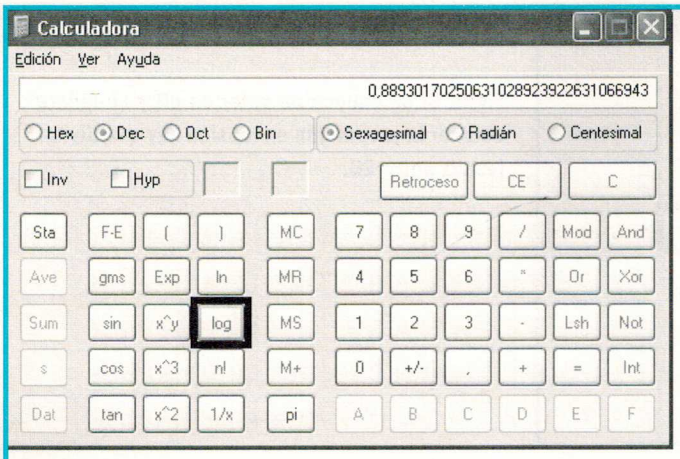


Fig.11. Después de haber calculado la proporción entre los vatios de Salida y los vatios de Entrada, que en el ejemplo es 7,75, hay que teclear este número y luego pinchar en la tecla "log". El resultado que aparece tiene que multiplicarse por 10.

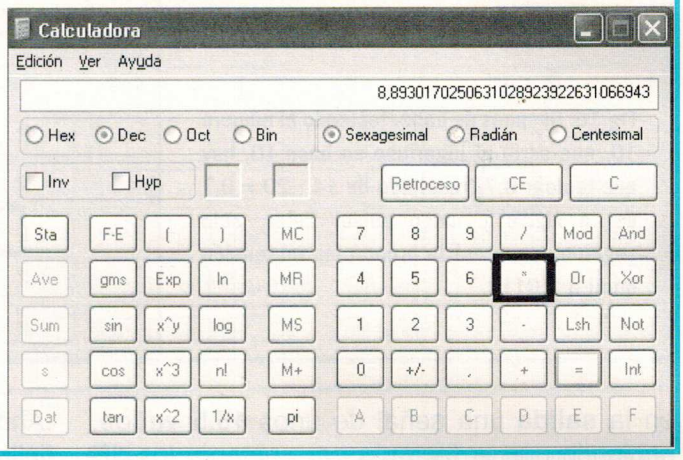


Fig.12. Para obtener el valor en dB de la proporción de potencia igual a 7,75, hay que pulsar en la tecla * (multiplicación) y luego teclear el número 10. Por último hay que pulsar la tecla Enter. El resultado que aparece es el número de dB relativos a una proporción en potencia de 7,75.

Proporción en potencia = 10 ^ (dB : 10)

Suponiendo que la etapa de amplificación tenga una ganancia de **8,89 dB**, la primera operación que hay que realizar es dividir el valor de los **dB** entre **10** (ver Fig.13):

8,89 : 10 = 0,889

Utilizando de nuevo la **calculadora científica** hay que teclear el número **10**, luego pinchar en la tecla **x^y** y luego teclear el número **0,889**, por último se pulsa Enter:

10 x^y 0,889 = 7,744
(proporción señal en vatios)

Por lo tanto, si en la entrada de la etapa de amplificación se aplica una señal de **0,15 vatios**, en su salida se obtiene una señal de:

0,15 x 7,744 = 1,16 vatios

Si en la **entrada** de este mismo amplificador se aplica una señal de **2 vatios**, de su salida se obtendrá una señal de:

2 x 7,744 = 15,48 vatios

CONVERTIR una proporción de tensión en potencia y viceversa

Sabiendo la **proporción** en **tensión** se puede obtener la **proporción** en **potencia** elevando el número al **cuadrado**.

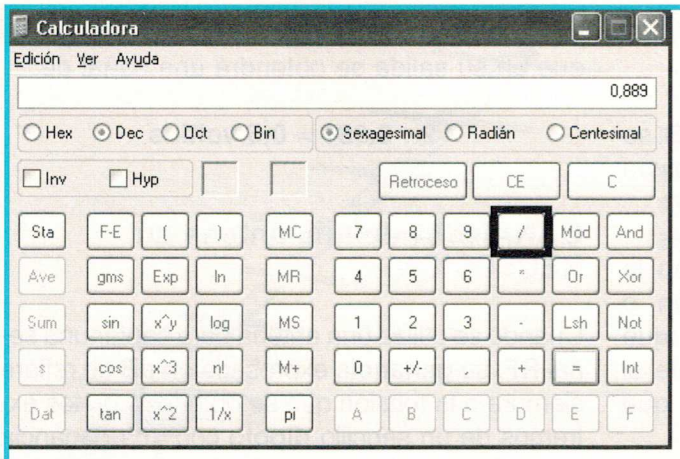


Fig.13. Si se conoce un valor expresado en dB y de este se quiere recabar la proporción en Potencia, hay que dividir los dB entre el número 10. Suponiendo que se obtengan 8,89 dB, habrá que dividir este número entre 10.

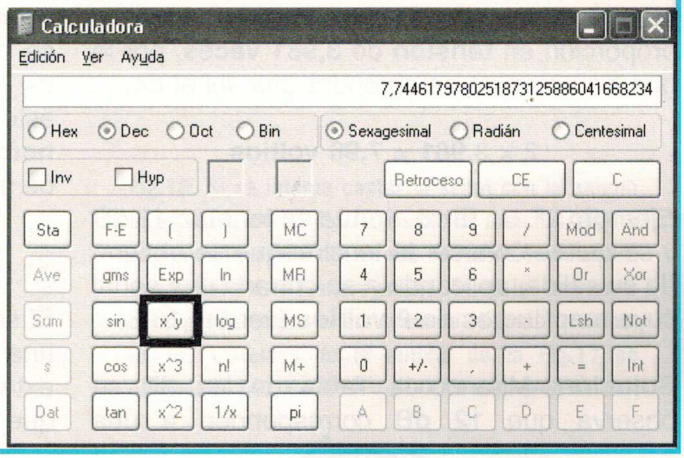


Fig.14. Después de haber tecleado el número 10, que sería el logaritmo en base 10, hay que pinchar en la tecla "X^Y" y luego teclear 0,889 (resultado de 8,89 : 10 = 0,889) y luego pulsar Enter. Aparecerá la proporción en potencia igual a 7,7446.

Si se toma, por ejemplo, el valor **12 dB** corresponde a una **proporción** de **tensión** de **3,981 veces**.

Si se quiere obtener la **proporción** correspondiente en **potencia** sólo hay que elevar al **cuadrado** el número de la **proporción** en **tensión**:

3,981 x 3,981 = 15,8483 proporción de **Potencia**, número que se ha redondeado hasta **15,85**

Basta con mirar en una tabla de **dB**, en la columna de **tensión** y en la de **potencia**, los valores correspondientes a **12 dB**:

dB	Tensión	Potencia
12 dB	3,981	15,85

Sabiendo la **proporción** de **potencia** se puede obtener la **proporción** de **tensión** calculando la **raíz cuadrada** del número

Para simplificar esta operación hay que coger los **12 dB** cuya **proporción** en potencia se conoce: **15,85 veces**.

Si ahora se quiere conocer el valor correspondiente de la **proporción** en **tensión** basta con hacer su **raíz cuadrada**:

$\sqrt{15,85} = 3,981$ (proporción de **Tensión**)

Los dB utilizados como GANANCIA o como ATENUACIÓN

La **proporción** que corresponde a los **dB** se puede utilizar para calcular una **ganancia** o una **atenuación**.

Si se quiere expresar una **ganancia** con la **proporción** de la columna de **Tensión** o **potencia** (ver Tabla de los **dB**) hay que realizar una **multiplicación**, mientras que si se quiere expresar una **atenuación** hay que realizar una **división**.

Ejemplo 1º. Un transistor con una **ganancia** de **12 dB** y se quiere conocer la tensión que se obtiene de su salida, aplicando a su entrada una señal cuya amplitud es de **2 voltios** (ver Fig.15).

Solución: Mirando la **Tabla** de los **dB** se observa que **12 dB** corresponden a una proporción en **tensión** de **3,981 veces**, por lo que en su salida se obtendrá una señal de:

2 x 3,981 = 7,96 voltios

Ejemplo 2º. Un **filtro atenúa** en **tensión 12 dB** y se quiere conocer la tensión que se obtiene de su salida, aplicando a su entrada una señal cuya amplitud es de **2 voltios** (ver Fig.16).

Solución: Mirando la **Tabla** de los **dB** se observa que **12 dB** corresponden a una proporción en **tensión** de **3,981 veces**, por lo que en su salida se obtendrá una señal de:

2 : 3,981 = 0,5 voltios

GANANCIA de una antena en RECEPCIÓN

Cuando se utiliza una antena para captar una señal **RF**, su **ganancia** expresada en **dB** se refiere siempre a la tensión que se obtendría en los extremos de un sencillo **dipolo** con una ganancia de **0 dB** utilizado para captar la misma señal.

Suponiendo que la antena sea **direccional** con una **ganancia** de **9 dB**, en la tabla de los **dB** se puede ver que **9 dB** corresponden a una **ganancia** en **tensión** de **2,818 veces**.

Si se conecta un **Medidor** de **Campo** a los extremos de esta antena **direccional** (ver Fig.17) se obtendrá una señal de **850 microvoltios**, así que se puede deducir que conectando este aparato a los extremos de un **dipolo normal** (ver Fig.18) se obtendrá una señal de sólo:

850 : 2,818 = 301,6 microvoltios

Si se utiliza la misma antena **direccional**, con una **ganancia** de **9 dB**, se leerá en sus extremos una tensión de **400 microvoltios**, así que se puede deducir que conectando este

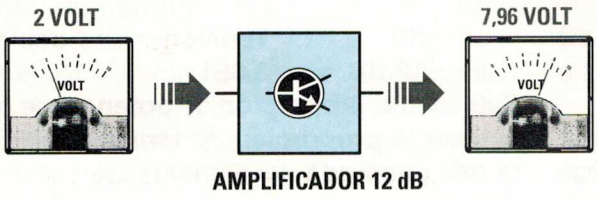


Fig.15. Si en la entrada de un transistor con una ganancia de 12 dB (igual a una proporción en tensión de 3,981 veces) se aplica una señal de 2 voltios, en su salida se obtendrá una señal de: 2 x 3,981 = 7,96 voltios.

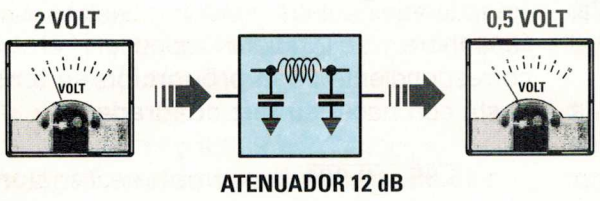


Fig.16. Si a la entrada de un filtro con atenuación de 12 dB (igual a una proporción en tensión de 3,981 veces), se aplica una señal de 2 voltios, en su salida se obtendrá una señal de: 2 / 3,981 = 0,5 voltios.

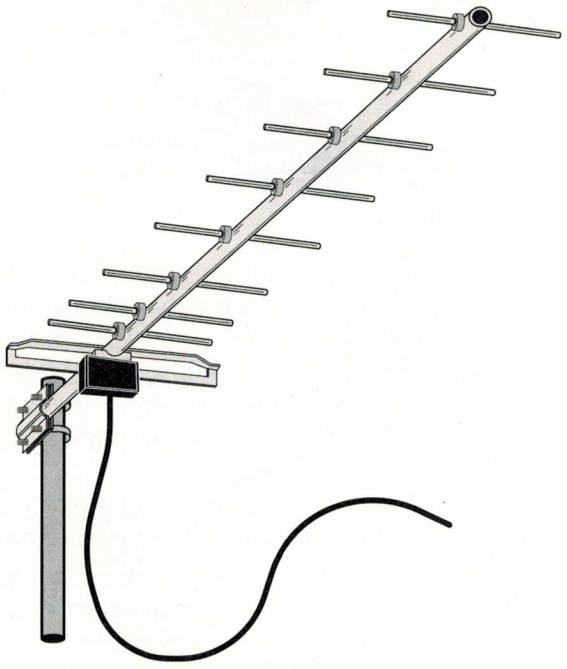


Fig.17. Si se dispone de una antena Direccional con ganancia de 9 dB, basta con mirar la Tabla de los dB para saber que este número corresponde a una ganancia de 2,818 veces. Si en un Medidor de Campo se detecta una señal de 850 microvoltios, significa que la señal que llega a la antena es de sólo 301 microvoltios.



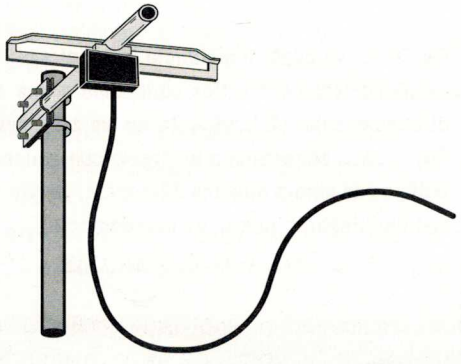


Fig.18. Si se intenta captar la señal con la antena direccional de la Fig.17 o con un sencillo Dipolo con ganancia de 0 dB, en sus extremos se obtendrá una señal de 142 microvoltios. Si en los extremos del dipolo se obtiene una señal de 142 microvoltios, en los extremos de la antena de la Fig.17 se obtendrán 142 x 2,818 = 400,15 microvoltios.



aparato a los extremos de un **dipolo normal** se obtendrá una señal de sólo:

400 : 2,818 = 141,9 microvoltios

GANANCIA de una antena en TRANSMISIÓN

La mayoría de la gente que proyecta **transmisores** procura obtener **potencias elevadas** utilizando en la **etapa final** transistores de **potencia** que, además de ser muy caros, son difíciles de ajustar.

Conectando en la salida de un transmisor de **baja potencia** una antena **direccional**, su **potencia** se puede **duplicar**.

Si, por ejemplo, se utiliza una **etapa final RF** capaz de suministrar una **potencia** de **5 vatios**, y se aplica esta potencia a una **antena**

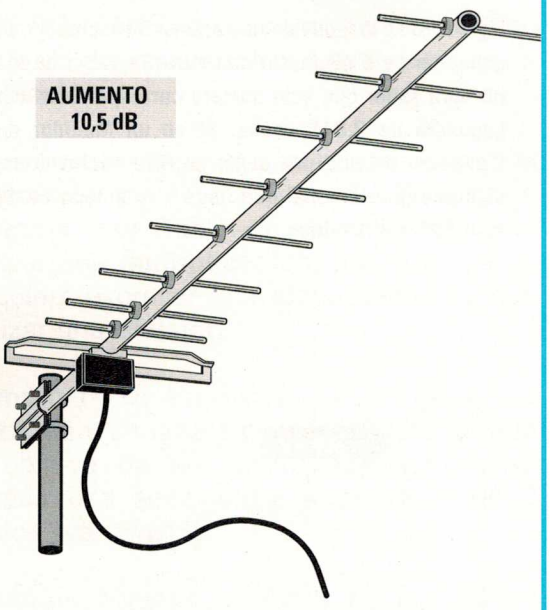


Fig.19. La ganancia de una antena se puede determinar tanto en recepción como en transmisión. Si se utiliza una antena direccional con una ganancia de 10,5 dB y en sus extremos se conecta una señal de 5 vatios, ésta irradiará una potencia igual a la que podría suministrar un transmisor de 56,1 vatios conectado a un dipolo normal.

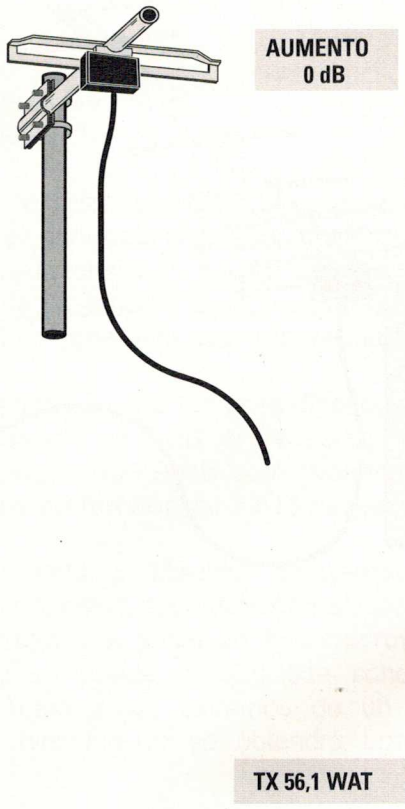


Fig.20. Si se capta a distancia la señal emitida por un transmisor de 5 vatios conectado a una antena direccional de 10,5 dB y la de un transmisor de 56,1 vatios conectado a un dipolo con ganancia de 0 dB, no se notará ninguna diferencia, ya que ambas señales llegarán con la misma potencia.

direccional con **ganancia** de **10,5 dB**, la señal irradiada será **equivalente** a la ofrecida por un transmisor con una etapa **final** de **56,1 vatios**.

De hecho, si se mira en la **Tabla** de los **dB** en la columna de **potencia** (**vatios**), correspondiendo con **10,5 dB** se haya una **proporción** de **11,22 veces**, por lo que los **5 vatios** se convertirán en:

5 x 11,22 = 56,1 vatios

Por lo tanto, si se dispone de un transmisor que suministra una **potencia** de **56,1 vatios** y para difundir esta señal se utiliza un **dipolo normal**, y luego se dispone de otro transmisor que suministra sólo **5 vatios** y para emitir su señal se utiliza una antena **direccional** con **ganancia** de **10,5 dB**, quien capte estas dos señales a distancia **no** notará **ninguna diferencia** de **potencia**.

Suponiendo que se utilice una antena **direccional** con una ganancia **inferior**, por ejemplo **6 dB**, basta comprobar en la Tabla de los **dB** en la línea **6 dB** y se verá que corresponden a una **ganancia** en **potencia** de **3,981 veces**, por lo tanto la **etapa final** de **5**

vatios irradiará una **potencia** igual a la del transmisor de:

5 x 3,981 = 19,90 vatios

GANANCIA en POTENCIA de un TRANSISTOR para RF

Cuando se compra un amplificador **Lineal RF** para conectarlo a la salida de un transmisor y aumentar así la potencia, o un **transistor RF** para realizar una etapa final de **potencia**, se necesita comprobar su **ganancia** en **dB**, que se indica con **GP** (**Gain Power**) o **PG** (**Power Gain**).

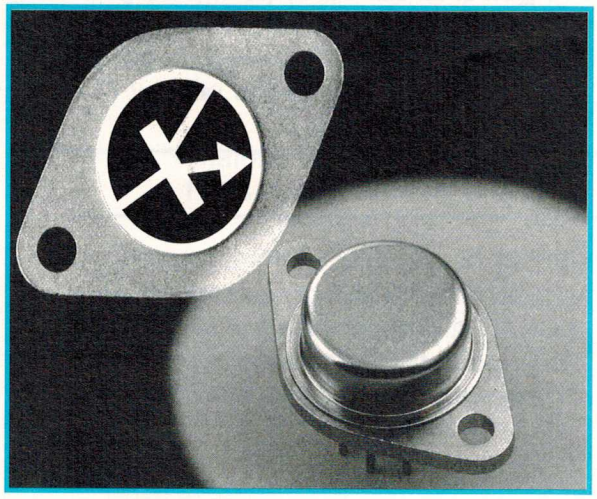
Si, por ejemplo, se compra un **transistor RF** de **45 vatios** para realizar una **etapa final** de **potencia**, no hay que pensar que, aplicando en su entrada una señal **RF** cualquiera se pueda obtener en su salida una potencia de **45 vatios**.

Esta potencia de **45 vatios** se obtendrá sólo si en su entrada se aplica una **potencia** igual a la potencia de salida, es decir, **45 vatios**, dividida por su **ganancia**.

Por lo tanto, si se tienen dos transistores que suministran la misma potencia, pero con **diferentes** valores de **GP**, tal y como aquí abajo aparece:

Transistor A = Potencia máxima
45 Vatios GP 7 dB

Transistor B = Potencia máxima
45 Vatios GP 11 dB



Se puede afirmar que el transistor **A** es **menos sensible** que el transistor **B** ya que tiene un valor **GP** de **7 dB**, mientras que el segundo tiene un valor **GP** de **11 dB**.

Para saber la diferencia que hay entre estos dos transistores basta con mirar en la **Tabla** de los **dB** la **proporción** de los valores de **potencia** de **7 dB** y **11 dB**.

dB	Tensión	Potencia
6	1,995	3,981
7	2,239	5,012
8	2,512	6,310
9	2,818	7,943
10	3,162	10,00
11	3,548	12,59

Fig.21. Si se conoce la ganancia GP (Gain Power) de un transistor de potencia expresada en dB, se puede calcular con qué potencia hay que controlarlo para poder obtener en su salida la potencia máxima.

Si se coge el transistor **A** que tiene una **proporción** de **potencia** de **5,012 veces**, sabremos que para obtener en **salida** la máxima potencia de **45 vatios** se necesita aplicar en su entrada (ver Fig.23) una potencia que no sea inferior a:

45 : 5,012 = 8,97 vatios

Si se utiliza el transistor **B**, que tiene una **proporción** de **potencia** de **12,59 veces**, sabremos que para obtener en **salida** la máxima potencia de **45 vatios** se necesita aplicar en su entrada (ver Fig.24) una potencia que no sea inferior a:

45 : 12,59 = 3,57 vatios

Sabiendo la **ganancia** expresada en **dB** de un transistor y la potencia que se aplica en su **entrada**, se puede calcular cual será la **potencia** que se podrá obtener en su **salida**. Si en la entrada del transistor **A**, que tiene una ganancia de **7 dB**, se aplica una **potencia** de **1,3 vatios**, en su salida se obtendrá una **potencia** de:

1,3 x 5,012 = 6,51 vatios



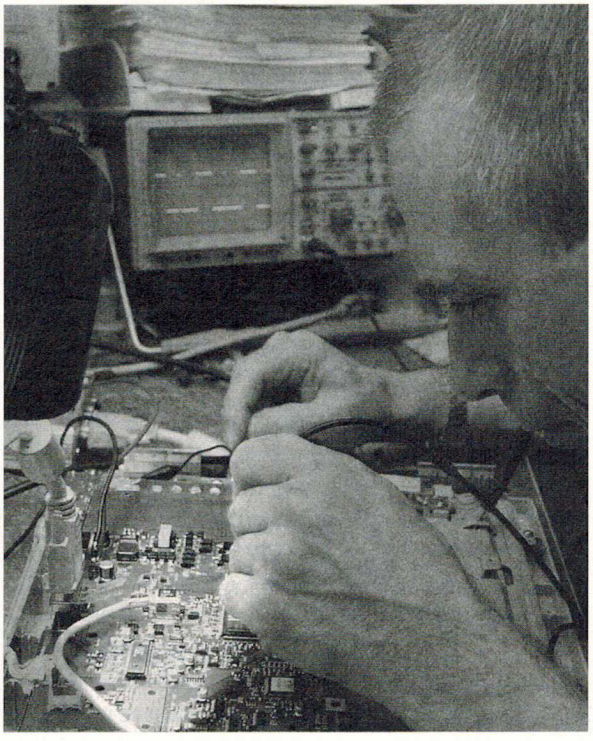
MÁXIMA POTENCIA DE SALIDA 45 WAT **MÁXIMA POTENCIA DE SALIDA 45 WAT**

Fig.22. Si se tienen dos transistores, que en el ejemplo se han llamado A y B, que suministran ambos una potencia de 45 vatios, el transistor más sensible será el que tenga una ganancia mayor. Por lo tanto, el transistor más sensible es el B (derecha) que tiene una ganancia de 11 dB contra los 7 dB del transistor A (izquierda).

Si en la entrada del transistor **B**, que tiene una ganancia de **11 dB**, se aplica una **potencia** de **1,3 vatios**, de su salida se obtendrá una **potencia** de:

1,3 x 12,59 = 16,36 vatios

A mayor **ganancia** en **dB** en un transistor, **menor** es la **potencia** que hay que aplicar en su entrada para obtener en su salida la potencia máxima.



GANANCIA en POTENCIA de un final Hi-Fi

Las mismas fórmulas que se han utilizado para obtener la **potencia** máxima de un **transistor final RF** se pueden utilizar para **BF**.

Suponiendo que se utilice un **amplificador** que tenga una **ganancia** de **25 dB** que pueda suministrar en salida una **potencia máxima** de

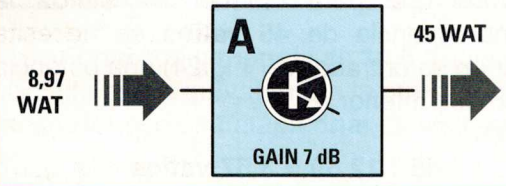


Fig.23. Si del transistor A, que tiene una ganancia de 7 dB, se quiere obtener en salida su máxima potencia de 45 vatios, hay que aplicar en su entrada una señal que llegue a los 8,97 vatios.

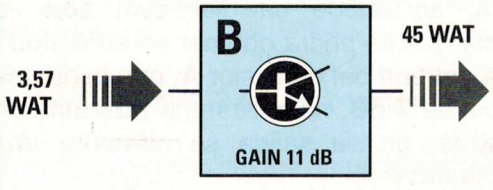


Fig.24. Si del transistor B, que tiene una ganancia de 11 dB, se quiere obtener en salida su máxima potencia de 45 vatios, hay que aplicar en su entrada una señal que llegue a los 3,57 vatios.



Fig.25. Conociendo la ganancia expresada en dB de un amplificador BF se puede calcular la amplitud de la señal que hay que aplicar a su entrada para obtener en la salida la máxima potencia y conocer qué potencia se obtendrá en la salida si en la entrada se aplica una señal insuficiente.

45 vatios con una carga de **8 ohmios**, si se quiere saber cuantos **voltios** hay que aplicar a su **entrada** para obtener su **potencia máxima** hay que realizar las siguientes operaciones.

En primer lugar hay que calcular cuantos **voltios** hay que aplicar a una **Caja Acústica** de **8 ohmios** para poder disipar una potencia de **45 vatios**. Para obtener este dato hay que utilizar la fórmula:

$$\text{Voltios} = \sqrt{\text{vatios x ohmios}}$$

Realizando esta operación se obtiene una tensión de **18,97 voltios**:

$$\sqrt{45 \times 8} = 18{,}97 \text{ voltios}$$

Sabiendo que el amplificador tiene una **ganancia** en **potencia** de **25 dB**, hay que buscar en la **Tabla** de los **dB** la **proporción** en **tensión**, que como se puede ver aquí abajo es de **17,78 veces**:

dB	Tensión	Potencia
25	17,78	316,2

Por lo tanto, para poder obtener en la **Caja Acústica** una tensión de **18,97 voltios**, hay que aplicar en la entrada del amplificador una **señal** que tenga una amplitud no inferior a:

$$18{,}97 : 17{,}78 = 1{,}06 \text{ voltios}$$

Si en la entrada del amplificador se aplica una señal de, por ejemplo, **0,6 voltios**, en su salida se obtendrá una tensión de sólo:

$$0{,}6 \times 17{,}78 = 10{,}66 \text{ voltios}$$

Que corresponde a una potencia sonora de:

$$\text{vatios} = (\text{voltios} \times \text{voltios}) : \text{ohmios}$$

Es decir sólo:

$$(10{,}66 \times 10{,}66) : 8 = 14{,}20 \text{ vatios}$$

CÁLCULO de la ATENUACIÓN de filtros CROSSOVER para CAJAS ACÚSTICAS

En el interior de las **Cajas Acústicas** hay, casi siempre, dos o tres altavoces, ya que cada uno es capaz de reproducir sólo una **estrecha gama** de frecuencias acústicas.

Para que a los altavoces de los **Bajos**, de los **Medios** y de los **Agudos** llegue sólo la gama de frecuencias que éstos son capaces de reproducir hay que utilizar filtros **Crossover** que se puede realizar con una **frecuencia de corte** precisa y con un valor de **atenuación** que se expresa en **dB x octava**.
Cada **octava superior** corresponde al **doble** de la **frecuencia** tomada como referencia, el valor de **atenuación** en **dB** se **suma** por cada octava **superior**.



Fig.26. El valor de atenuación de los filtros Crossover instalados en el interior de las Cajas Acústicas se expresa en "dB x octava". En los ejemplos que hay en este artículo se explica cómo se calculan los dB de atenuación para las diferentes octavas.

Si, por ejemplo, se ha realizado un filtro **Paso-Bajo** de **12 dB x octava**, por cada **octava superior** se obtienen estos valores de atenuación:

Frecuencia base	**1.000 Hz atenuación**	**0 dB**
1ª octava	**2.000 Hz atenuación**	**12 dB**
2ª octava	**4.000 Hz atenuación**	**24 dB**
3ª octava	**8.000 Hz atenuación**	**36 dB**

Conociendo estos datos, de la **Tabla** de los **dB** se pueden obtener las **proporciones** de **potencia** que interesan, es decir, las relativas a **0-12-24-36 dB**.

dB	**Tensión**	**Potencia**
0 dB	**1,00**	**1,00**
12 dB	**3,98**	**15,85**
24 dB	**15, 85**	**251,2**
36 dB	**63,10**	**3.981**

Suponiendo que se sepa la **potencia máxima** suministrada en la salida por el amplificador, se podrá calcular con facilidad la **potencia** de las **octavas superiores** que llegarán al altavoz de los **Bajos**.

Si el amplificador suministra una **potencia máxima** de **40 vatios**, es evidente que la **frecuencia** de **corte** de **1.000 Hz** llegará al altavoz de los **Bajos** sin ninguna **atenuación**:

40 vatios : 1 = 40 vatios

Nota:

El número **1** es la **proporción** de **potencia** que corresponde a un valor de **0 dB**.
La frecuencia de **2.000 Hz** de la **1ª octava superior**, que sufre una **atenuación** de **12 dB**, llegará al altavoz de los **Bajos** con una potencia de sólo:

40 vatios : 15,85 = 2,52 vatios

Nota:

El número **15,85** es la **proporción** de **potencia** que corresponde a un valor de **12 dB**.
La frecuencia de **4.000 Hz** de la **2ª octava superior**, que sufre una **atenuación** de **24 dB**, llegará al altavoz de los **Bajos** con una potencia de sólo:

40 vatios : 251,2 = 0,159 vatios

La frecuencia de **8.000 Hz** de la **3ª octava superior**, que sufre una **atenuación** de **36 dB**, llegará al altavoz de los **Bajos** con una potencia de sólo:

40 vatios : 3.981 = 0,01 vatios

Cómo LEER los dB en un VU-METER

En la mayoría de los **amplificadores BF** hay un aparato denominado **Vu-Meter** o **Level-Meter** con una escala graduada en **dB** que no

todo el mundo sabe interpretar correctamente (ver Fig.27).

Esta escala graduada parte desde la **izquierda** con el número **20** y sigue hacia la derecha con los números **10-7-5-4-3-2-1** y cuando llega al número **0** continua con los números **1-2-3**.
Los números que están a la **izquierda** del **0** indican la **atenuación** de la **potencia total**, mientras que los números que están a la **derecha** indican una **ganancia** tan **alta** que la señal intenta superar al máximo (el equipo comienza a **distorsionar**).
El valor de **0 dB** corresponde a la **potencia máxima** que se puede obtener del amplificador sin ninguna distorsión, por lo tanto el instrumento se **ajusta** de manera que la **aguja** se coloque en el **0 dB** con la máxima potencia suministrada por la **etapa final**.
Si se utiliza un amplificador que suministra una **potencia máxima** de **15 vatios**, se ajustará el **Vu-Meter** de manera que la aguja se coloque en **0 dB** cuando la potencia **sonora** llegue a **15 vatios**.

Si se utiliza un amplificador que suministra una **potencia máxima** de **43 vatios**, se ajustará el **Vu-Meter** de manera que la aguja se coloque en **0 dB** cuando la potencia **sonora** llegue a **43 vatios**.

Si se utiliza un amplificador que suministra una **potencia máxima** de **120 vatios**, se ajustará el **Vu-Meter** de manera que la aguja se coloque en el **0 dB** cuando la potencia **sonora** llegue a **120 vatios**.
Durante el funcionamiento del amplificador se sabrá qué potencia será suministrada por las **Cajas Acústicas** mirando dónde se coloca la aguja del **Vu-Meter**.

Si la aguja se coloca en el número **7** (ver Fig.28) significa que hay **atenuación**.

Mirando en la **Tabla** de los **dB** a qué proporción de **potencia** corresponden **7 dB** se encuentra el número **5,0** (número redondeado).

Si el **Vu-Meter** está instalado en un amplificador que suministra **15 vatios de potencia máxima** y la aguja se coloca en **7 dB** se puede afirmar que en ese momento suministra una potencia de **15 : 5 = 3 vatios**.
Si el **Vu-Meter** está instalado en un amplificador que suministra **120 vatios de potencia máxima** y la aguja se coloca en **7 dB**, se puede afirmar que en ese momento suministra una potencia de **120 : 5 = 24 vatios**.

Si, en cambio, la aguja se coloca en el número **1** situado a la **derecha** del **0**, es decir, indica

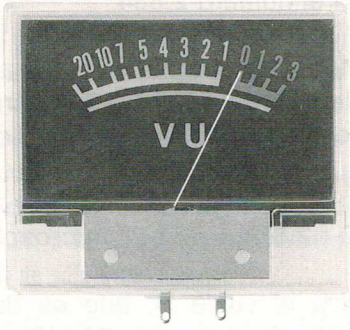


Fig.27. Cuando la aguja de un Vu-Meter llega a 0 dB se obtiene en salida la máxima potencia que puede suministrar el amplificador.

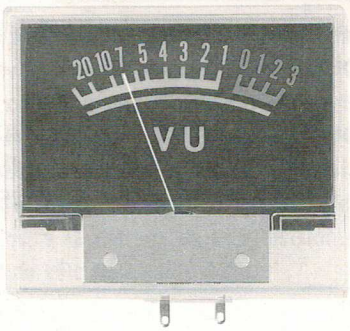


Fig.28. Si la aguja llega sólo a 7 dB se obtiene en salida una potencia 5 veces inferior al valor máximo.

ganancia, para saber la potencia suministrada, hay que controlar en la **Tabla** de los **dB** a qué **proporción** de **potencia** corresponde **1 dB**, es decir, el número **1,259**.

Por lo tanto, si el **Vu-Meter** está instalado en un amplificador que suministra **15 vatios de potencia máxima** y la aguja se coloca en **1 dB**, se puede afirmar que en ese momento suministra una potencia de **15 x 1,259 = 18,88 vatios**.

Si el **Vu-Meter** está instalado en un amplificador que suministra **120 vatios de potencia máxima** y la aguja se coloca en **1 dB**, se puede afirmar que en ese momento suministra una potencia de **120 x 1,259 = 151 vatios**.

ATENUACIÓN en los cables COAXIALES de TV

En las instalaciones de **TV** para transferir la señal captada por la antena hasta la entrada de la **televisión** se utiliza cable **coaxial**.

Existen **cables coaxiales** que introducen elevadas **atenuaciones** y cables coaxiales con factores de atenuación irrisorios.

Los valores de **atenuación** se toman siempre para una longitud estándar de **100 metros** y para frecuencias de trabajo de **100-200-400-800-1.000 MHz**.

Estas son las atenuaciones de los diferentes cables coaxiales:

MHz trabajo	100	200	400	800	1.000
Cable A	9 dB	13 dB	19dB	30 dB	33 dB
Cable B	6 dB	9 dB	13 dB	22 dB	24 dB



Fig.29. Cuando se adquiera cable coaxial hay que informarse de cuántos dB atenúa en las diferentes frecuencias. La atenuación expresada en dB se refiere siempre a una longitud de 100 metros.

Basta con consular esta **Tabla** para entender que el cable **B** es mejor que el **A** ya que **atenúa** menos la señal en las diferentes frecuencias.

Si en el **cable B** circula una señal con una frecuencia de **1.000 MHz**, la señal será **atenuada** en **tensión** unos **24 dB** (que corresponden a una **proporción** de **15,85**) cada **100 metros** de cable.

Si en el **cable A** circula una señal con una frecuencia de **1.000 MHz**, la señal será **atenuada** en **tensión** unos **33 dB** (que corresponden a una **proporción** de **44,67**) cada **100 metros** de cable.

Ejemplo de cálculo. Para conectar una **parabólica** a la entrada de una **televisión** se necesitan utilizar **28 metros** de **cable coaxial**, por lo que hay que conocer la amplitud de la señal que llega a la televisión utilizando el **cable A** y el **cable B**, sabiendo que el **LNB** de la parábola proporciona una señal de unos **1.800 microvoltios**.

Si se utiliza el cable **A**, que es de calidad inferior (**atenúa** la señal **33 dB** cada **100 metros**), para una longitud de **28 metros** se obtendrá una atenuación **total** de:

(33 : 100) x 28 = 9,24 dB de atenuación

Si en la **Tabla** de los **dB** se mira la **proporción** de **tensión** que corresponde a **9,2 dB** se encontrará el número **2,884**.

Por lo tanto si en la parábola hay una señal de **1.800 microvoltios**, tras **28 metros,** a la entrada de la televisión (ver Fig.30) llegará una señal de:

1.800 : 2,884 = 624,13 microvoltios

Si se utiliza el cable **B**, que es de calidad superior (**atenúa** la señal **24 dB** cada **100 metros**), para una longitud de **28 metros** se obtendrá una atenuación **total** de:

(24 : 100) x 28 = 6,72 dB de atenuación

Si en la **Tabla** de los **dB** se mira la **proporción** de **tensión** que corresponde a **6,7 dB** se encontrará el número **2,163**.

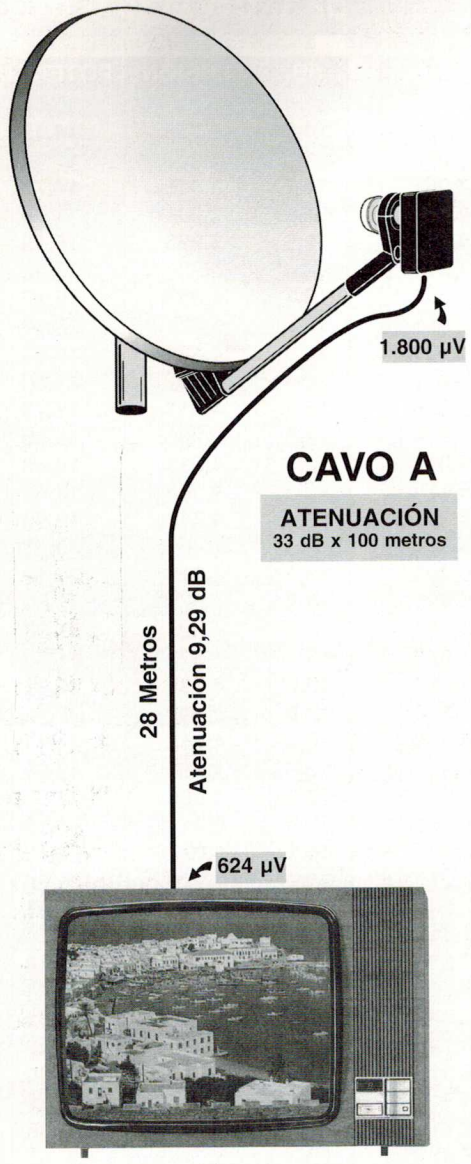


Fig.30. Si para mandar la señal desde una parábola a una televisión se necesitan 28 metros de cable y para esta conexión se utiliza el cable "tipo A", que atenúa la señal unos 33 dB x 100 metros, se obtiene una atenuación total de 9,24 dB. Si en la salida del LNB conectado a la parábola hay una señal de 1.800 microvoltios, a la entrada de la televisión llegará una señal de sólo 624 microvoltios.



Fig.31. Si para mandar la señal desde una parábola a una televisión se necesitan 28 metros de cable y para esta conexión se utiliza el cable "tipo B", que atenúa la señal unos 24 dB x 100 metros, se obtiene una atenuación total de 6,72 dB. Si en la salida del LNB conectado a la parábola hay una señal de 1.800 microvoltios, a la entrada de la televisión llegará una señal de sólo 832 microvoltios.

Por lo tanto si en la parábola hay una señal de **1.800 microvoltios**, tras **28 metros,** a la entrada de la televisión (ver Fig.30) llegará una señal de:

1.800 : 2,163 = 832,17 microvoltios

CONCLUSIÓN

Con este artículo esperamos haber suscitado un cierto interés sobre los **dB**. A continuación se exponen las tablas de **dB** en **tensión** y en **potencia**.

TABLA de decibelios da 0 dB a 35,0 dB

dB	TENSIÓN	POTENCIA
0,0	1,000	1,000
0,1	1,012	1,023
0,2	1,023	1,047
0,3	1,035	1,072
0,4	1,047	1,096
0,5	1,059	1,122
0,6	1,072	1,148
0,7	1,084	1,175
0,8	1,096	1,202
0,9	1,109	1,230
1,0	1,122	1,259
1,1	1,135	1,288
1,2	1,148	1,318
1,3	1,161	1,349
1,4	1,175	1,380
1,5	1,189	1,413
1,6	1,202	1,445
1,7	1,216	1,479
1,8	1,230	1,514
1,9	1,245	1,549
2,0	1,259	1,585
2,1	1,274	1,622
2,2	1,288	1,660
2,3	1,303	1,698
2,4	1,318	1,738
2,5	1,334	1,778
2,6	1,349	1,820
2,7	1,365	1,862
2,8	1,380	1,905
2,9	1,396	1,950
3,0	1,413	1,995
3,1	1,429	2,042
3,2	1,445	2,089
3,3	1,462	2,138
3,4	1,479	2,188
3,5	1,496	2,239
3,6	1,514	2,291
3,7	1,531	2,344
3,8	1,549	2,399
3,9	1,567	2,455
4,0	1,585	2,512
4,1	1,603	2,570
4,2	1,622	2,630
4,3	1,641	2,692
4,4	1,660	2,754
4,5	1,679	2,818
4,6	1,698	2,884
4,7	1,718	2,951
4,8	1,738	3,020
4,9	1,758	3,090
5,0	1,778	3,162
5,1	1,799	3,236
5,2	1,820	3,311
5,3	1,841	3,388
5,4	1,862	3,467
5,5	1,884	3,548
5,6	1,905	3,631

dB	TENSIÓN	POTENCIA
5,7	1,928	3,715
5,8	1,950	3,802
5,9	1,972	3,890
6,0	1,995	3,981
6,1	2,018	4,074
6,2	2,042	4,169
6,3	2,065	4,266
6,4	2,089	4,365
6,5	2,113	4,467
6,6	2,138	4,571
6,7	2,163	4,677
6,8	2,188	4,786
6,9	2,213	4,898
7,0	2,239	5,012
7,1	2,265	5,129
7,2	2,291	5,248
7,3	2,317	5,370
7,4	2,344	5,495
7,5	2,371	5,623
7,6	2,399	5,754
7,7	2,427	5,888
7,8	2,455	6,026
7,9	2,483	6,166
8,0	2,512	6,310
8,1	2,541	6,457
8,2	2,570	6,607
8,3	2,600	6,761
8,4	2,630	6,918
8,5	2,661	7,079
8,6	2,692	7,244
8,7	2,723	7,413
8,8	2,754	7,586
8,9	2,786	7,762
9,0	2,818	7,943
9,1	2,851	8,128
9,2	2,884	8,318
9,3	2,917	8,511
9,4	2,951	8,710
9,5	2,985	8,913
9,6	3,020	9,120
9,7	3,055	9,333
9,8	3,090	9,550
9,9	3,126	9,772
10,0	3,162	10,00
10,1	3,199	10,23
10,2	3,236	10,47
10,3	3,273	10,71
10,4	3,311	10,96
10,5	3,350	11,22
10,6	3,388	11,48
10,7	3,428	11,75
10,8	3,467	12,02
10,9	3,508	12,30
11,0	3,548	12,59
11,1	3,589	12,88
11,2	3,631	13,18
11,3	3,673	13,49

dB	TENSIÓN	POTENCIA
11,4	3,715	13,80
11,5	3,758	14,12
11,6	3,802	14,45
11,7	3,846	14,79
11,8	3,890	15,14
11,9	3,936	15,49
12,0	3,981	15,85
12,1	4,027	16,22
12,2	4,074	16,60
12,3	4,121	16,98
12,4	4,169	17,38
12,5	4,217	17,78
12,6	4,266	18,20
12,7	4,315	18,62
12,8	4,365	19,05
12,9	4,416	19,50
13,0	4,467	19,95
13,1	4,519	20,42
13,2	4,571	20,89
13,3	4,624	21,38
13,4	4,677	21,88
13,5	4,732	22,39
13,6	4,786	22,91
13,7	4,842	23,44
13,8	4,898	23,99
13,9	4,955	24,55
14,0	5,012	25,12
14,1	5,070	25,70
14,2	5,129	26,30
14,3	5,188	26,91
14,4	5,248	27,54
14,5	5,309	28,18
14,6	5,370	28,84
14,7	5,433	29,51
14,8	5,495	30,20
14,9	5,559	30,90
15,0	5,623	31,62
15,1	5,689	32,36
15,2	5,754	33,11
15,3	5,821	33,88
15,4	5,888	34,67
15,5	5,957	35,48
15,6	6,026	36,31
15,7	6,095	37,15
15,8	6,166	38,02
15,9	6,237	38,90
16,0	6,310	39,81
16,1	6,383	40,74
16,2	6,457	41,69
16,3	6,531	42,66
16,4	6,607	43,65
16,5	6,683	44,67
16,6	6,761	45,71
16,7	6,839	46,77
16,8	6,918	47,86
16,9	6,998	48,98
17,0	7,079	50,12

dB	TENSIÓN	POTENCIA
17,1	7,161	51,29
17,2	7,244	52,48
17,3	7,328	53,70
17,4	7,413	54,95
17,5	7,499	56,23
17,6	7,586	57,54
17,7	7,674	58,88
17,8	7,762	60,26
17,9	7,852	61,66
18,0	7,943	63,10
18,1	8,035	64,56
18,2	8,128	66,07
18,3	8,222	67,61
18,4	8,318	69,18
18,5	8,414	70,79
18,6	8,511	72,44
18,7	8,610	74,13
18,8	8,710	75,86
18,9	8,810	77,62
19,0	8,913	79,43
19,1	9,016	81,28
19,2	9,120	83,18
19,3	9,226	85,11
19,4	9,333	87,10
19,5	9,441	89,12
19,6	9,550	91,20
19,7	9,661	93,32
19,8	9,772	95,45
19,9	9,886	97,72
20,0	10,00	100,0
20,1	10,12	102,3
20,2	10,23	104,7
20,3	10,35	107,1
20,4	10,47	109,6
20,5	10,59	112,2
20,6	10,71	114,8
20,7	10,84	117,5
20,8	10,96	120,2
20,9	11,09	123,0
21,0	11,22	125,9
21,1	11,35	128,8
21,2	11,48	131,8
21,3	11,61	134,9
21,4	11,75	138,0
21,5	11,88	141,2
21,6	12,02	144,5
21,7	12,16	147,9
21,8	12,30	151,4
21,9	12,44	154,9
22,0	12,59	158,5
22,1	12,73	162,2
22,2	12,88	166,0
22,3	13,03	169,8
22,4	13,18	173,8
22,5	13,33	177,8
22,6	13,49	182,0
22,7	13,65	186,2
22,8	13,80	190,5
22,9	13,96	195,0
23,0	14,12	199,5

dB	TENSIÓN	POTENCIA
23,1	14,29	204,2
23,2	14,45	208,9
23,3	14,62	213,8
23,4	14,79	218,8
23,5	14,96	223,9
23,6	15,14	229,1
23,7	15,31	234,4
23,8	15,49	239,9
23,9	15,67	245,5
24,0	15,85	251,2
24,1	16,03	257,0
24,2	16,22	263,0
24,3	16,41	269,1
24,4	16,60	275,4
24,5	16,79	281,8
24,6	16,98	288,4
24,7	17,18	295,1
24,8	17,38	302,0
24,9	17,58	309,0
25,0	17,78	316,2
25,1	17,99	323,6
25,2	18,20	331,1
25,3	18,41	338,8
25,4	18,62	346,7
25,5	18,84	354,8
25,6	19,05	363,1
25,7	19,27	371,5
25,8	19,50	380,2
25,9	19,72	389,0
26,0	19,95	398,1
26,1	20,18	407,4
26,2	20,42	416,9
26,3	20,65	426,6
26,4	20,89	436,5
26,5	21,13	446,7
26,6	21,38	457,1
26,7	21,63	467,7
26,8	21,88	478,6
26,9	22,13	489,8
27,0	22,39	501,2
27,1	22,65	512,9
27,2	22,91	524,8
27,3	23,17	537,0
27,4	23,44	549,5
27,5	23,71	562,3
27,6	23,99	575,4
27,7	24,27	588,8
27,8	24,55	602,6
27,9	24,83	616,6
28,0	25,12	631,0
28,1	25,41	645,6
28,2	25,70	660,7
28,3	26,00	676,1
28,4	26,30	691,8
28,5	26,61	707,9
28,6	26,91	724,4
28,7	27,23	741,3
28,8	27,54	758,6
28,9	27,86	776,2
29,0	28,18	794,3

dB	TENSIÓN	POTENCIA
29,1	28,51	812,8
29,2	28,84	831,8
29,3	29,17	851,1
29,4	29,51	871,0
29,5	29,85	891,2
29,6	30,20	912,0
29,7	30,55	933,2
29,8	30,90	955,0
29,9	31,26	977,2
30,0	31,62	1.000
30,1	31,99	1.023
30,2	32,36	1.047
30,3	32,73	1.072
30,4	33,11	1.096
30,5	33,50	1.122
30,6	33,88	1.148
30,7	34,28	1.175
30,8	34,67	1.202
30,9	35,07	1.230
31,0	35,48	1.259
31,1	35,89	1.288
31,2	36,31	1.318
31,3	36,73	1.349
31,4	37,15	1.380
31,5	37,58	1.413
31,6	38,02	1.445
31,7	38,46	1.479
31,8	38,90	1.514
31,9	39,35	1.549
32,0	39,81	1.585
32,1	40,27	1.622
32,2	40,74	1.660
32,3	41,21	1.698
32,4	41,69	1.738
32,5	42,17	1.778
32,6	42,66	1.820
32,7	43,15	1.862
32,8	43,65	1.905
32,9	44,16	1.950
33,0	44,67	1.995
33,1	45,19	2.042
33,2	45,71	2.089
33,3	46,24	2.138
33,4	46,77	2.188
33,5	47,31	2.239
33,6	47,86	2.291
33,7	48,42	2.344
33,8	48,98	2.399
33,9	49,54	2.455
34,0	50,12	2.512
34,1	50,70	2.570
34,2	51,29	2.630
34,3	51,88	2.692
34,4	52,48	2.754
34,5	53,09	2.818
34,6	53,70	2.884
34,7	54,32	2.951
34,8	54,95	3.020
34,9	55,59	3.090
35,0	56,23	3.162

TABELLA dei decibel da 35,1 dB a 70,0 dB

dB	TENSIÓN	POTENCIA
35,1	56,88	3.236
35,2	57,54	3.311
35,3	58,21	3.388
35,4	58,88	3.467
35,5	59,57	3.548
35,6	60,26	3.631
35,7	60,95	3.715
35,8	61,66	3.802
35,9	62,37	3.890
36,0	63,10	3.981
36,1	63,83	4.074
36,2	64,56	4.169
36,3	65,31	4.266
36,4	66,07	4.365
36,5	66,83	4.467
36,6	67,61	4.571
36,7	68,39	4.677
36,8	69,18	4.786
36,9	69,98	4.898
37,0	70,79	5.012
37,1	71,61	5.129
37,2	72,44	5.248
37,3	73,28	5.370
37,4	74,13	5.495
37,5	74,99	5.623
37,6	75,86	5.754
37,7	76,74	5.888
37,8	77,62	6.026
37,9	78,52	6.166
38,0	79,43	6.310
38,1	80,35	6.457
38,2	81,28	6.607
38,3	82,22	6.761
38,4	83,18	6.918
38,5	84,14	7.079
38,6	85,11	7.244
38,7	86,10	7.413
38,8	87,10	7.586
38,9	88,10	7.762
39,0	89,12	7.943
39,1	90,16	8.128
39,2	91,20	8.318
39,3	92,26	8.511
39,4	93,32	8.710
39,5	94,41	8.913
39,6	95,50	9.120
39,7	96,60	9.333
39,8	97,72	9.550
39,9	98,85	9.772
40,0	100,0	10.000
40,1	101,2	10.230
40,2	102,3	10.470
40,3	103,5	10.710
40,4	104,7	10.960
40,5	105,9	11.220
40,6	107,1	11.480
40,7	108,4	11.750

dB	TENSIÓN	POTENCIA
40,8	109,6	12.020
40,9	110,9	12.300
41,0	112,2	12.590
41,1	113,5	12.880
41,2	114,8	13.180
41,3	116,1	13.490
41,4	117,5	13.800
41,5	118,8	14.120
41,6	120,2	14.450
41,7	121,6	14.790
41,8	123,0	15.140
41,9	124,4	15.490
42,0	125,9	15.850
42,1	127,3	16.220
42,2	128,8	16.600
42,3	130,3	16.980
42,4	131,8	17.380
42,5	133,3	17.780
42,6	134,9	18.200
42,7	136,5	18.620
42,8	138,0	19.050
42,9	139,6	19.500
43,0	141,3	19.950
43,1	142,9	20.420
43,2	144,5	20.890
43,3	146,2	21.380
43,4	147,9	21.880
43,5	149,6	22.390
43,6	151,4	22.910
43,7	153,1	23.440
43,8	154,9	23.990
43,9	156,7	24.550
44,0	158,5	25.120
44,1	160,3	25.700
44,2	162,2	26.300
44,3	164,1	26.910
44,4	166,0	27.540
44,5	167,9	28.180
44,6	169,8	28.840
44,7	171,8	29.510
44,8	173,8	30.200
44,9	175,8	30.900
45,0	177,8	31.620
45,1	179,9	32.360
45,2	182,0	33.110
45,3	184,1	33.880
45,4	186,2	34.670
45,5	188,4	35.480
45,6	190,5	36.310
45,7	192,7	37.150
45,8	195,0	38.020
45,9	197,2	38.900
46,0	199,5	39.810
46,1	201,8	40.740
46,2	204,2	41.690
46,3	206,5	42.660
46,4	208,9	43.650

dB	TENSIÓN	POTENCIA
46,5	211,3	44.670
46,6	213,8	45.710
46,7	216,3	46.770
46,8	218,8	47.860
46,9	221,3	48.980
47,0	223,9	50.120
47,1	226,5	51.290
47,2	229,1	52.480
47,3	231,7	53.700
47,4	234,4	54.950
47,5	237,1	56.230
47,6	239,9	57.540
47,7	242,7	58.880
47,8	245,5	60.260
47,9	248,3	61.660
48,0	251,2	63.100
48,1	254,1	64.560
48,2	257,0	66.070
48,3	260,0	67.610
48,4	263,0	69.180
48,5	266,1	70.790
48,6	269,1	72.440
48,7	272,3	74.130
48,8	275,4	75.860
48,9	278,6	77.620
49,0	281,8	79.430
49,1	285,1	81.280
49,2	288,4	83.180
49,3	291,7	85.110
49,4	295,1	87.100
49,5	298,5	89.120
49,6	302,0	91.200
49,7	305,5	93.320
49,8	309,0	95.500
49,9	312,6	97.720
50,0	316,2	100.000
50,1	319,9	102.300
50,2	323,6	104.700
50,3	327,3	107.200
50,4	331,1	109.600
50,5	335,0	112.200
50,6	338,8	114.800
50,7	342,8	117.500
50,8	346,7	120.200
50,9	350,7	123.000
51,0	354,8	125.900
51,1	358,9	128.800
51,2	363,1	131.800
51,3	367,3	134.900
51,4	371,5	138.000
51,5	375,8	141.300
51,6	380,2	144.500
51,7	384,6	147.900
51,8	389,0	151.400
51,9	393,5	154.900
52,0	398,1	158.500
52,1	402,7	162.200

dB	TENSIÓN	POTENCIA
52,2	407,4	166.000
52,3	412,1	169.800
52,4	416,9	173.800
52,5	421,7	177.800
52,6	426,6	182.000
52,7	431,5	186.200
52,8	436,5	190.500
52,9	441,6	195.000
53,0	446,7	199.500
53,1	451,9	204.200
53,2	457,1	208.900
53,3	462,4	213.800
53,4	467,7	218.800
53,5	473,1	223.900
53,6	478,6	229.100
53,7	484,2	234.400
53,8	489,8	239.900
53,9	495,4	245.500
54,0	501,2	251.200
54,1	507,0	257.000
54,2	512,9	263.000
54,3	518,8	269.200
54,4	524,8	275.400
54,5	530,9	281.800
54,6	537,0	288.400
54,7	543,2	295.100
54,8	549,5	302.000
54,9	555,9	309.000
55,0	562,3	316.200
55,1	568,8	323.600
55,2	575,4	331.100
55,3	582,1	338.800
55,4	588,8	346.700
55,5	595,7	354.800
55,6	602,6	363.100
55,7	609,5	371.500
55,8	616,6	380.200
55,9	623,7	389.000
56,0	631,0	398.100
56,1	638,3	407.400
56,2	645,6	416.900
56,3	653,1	426.600
56,4	660,7	436.500
56,5	668,3	446.700
56,6	676,1	457.100
56,7	683,9	467.700
56,8	691,8	478.600
56,9	699,8	489.800
57,0	707,9	501.200
57,1	716,1	512.900
57,2	724,4	524.800
57,3	732,8	537.000
57,4	741,3	549.500
57,5	749,9	562.300
57,6	758,6	575.400
57,7	767,4	588.800
57,8	776,2	602.600
57,9	785,2	616.600
58,0	794,3	631.000
58,1	803,5	645.700

dB	TENSIÓN	POTENCIA
58,2	812,8	660.700
58,3	822,2	676.100
58,4	831,8	691.800
58,5	841,4	707.900
58,6	851,1	724.400
58,7	861,0	741.300
58,8	871,0	758.600
58,9	881,0	776.200
59,0	891,2	794.300
59,1	901,6	812.800
59,2	912,0	831.800
59,3	922,6	851.100
59,4	933,2	871.000
59,5	944,1	893.300
59,6	955,0	912.000
59,7	966,0	933.300
59,8	977,2	955.000
59,9	988,5	977.200
60,0	1.000	1.000.000
60,1	1.012	1.023.000
60,2	1.023	1.047.000
60,3	1.035	1.072.000
60,4	1.047	1.096.000
60,5	1.059	1.122.000
60,6	1.072	1.148.000
60,7	1.084	1.175.000
60,8	1.096	1.202.000
60,9	1.109	1.230.000
61,0	1.122	1.259.000
61,1	1.135	1.288.000
61,2	1.148	1.318.000
61,3	1.161	1.349.000
61,4	1.175	1.380.000
61,5	1.188	1.413.000
61,6	1.202	1.445.000
61,7	1.216	1.479.000
61,8	1.230	1.514.000
61,9	1.245	1.549.000
62,0	1.259	1.585.000
62,1	1.273	1.622.000
62,2	1.288	1.660.000
62,3	1.303	1.698.000
62,4	1.318	1.738.000
62,5	1.334	1.778.000
62,6	1.349	1.820.000
62,7	1.365	1.862.000
62,8	1.380	1.905.000
62,9	1.396	1.950.000
63,0	1.413	1.995.000
63,1	1.429	2.042.000
63,2	1.445	2.089.000
63,3	1.462	2.138.000
63,4	1.479	2.188.000
63,5	1.496	2.239.000
63,6	1.514	2.291.000
63,7	1.531	2.344.000
63,8	1.549	2.399.000
63,9	1.567	2.455.000
64,0	1.584	2.512.000
64,1	1.603	2.570.000

dB	TENSIÓN	POTENCIA
64,2	1.622	2.630.000
64,3	1.641	2.692.000
64,4	1.660	2.754.000
64,5	1.679	2.818.000
64,6	1.698	2.884.000
64,7	1.718	2.951.000
64,8	1.738	3.020.000
64,9	1.758	3.090.000
65,0	1.778	3.162.000
65,1	1.799	3.236.000
65,2	1.820	3.311.000
65,3	1.841	3.388.000
65,4	1.862	3.467.000
65,5	1.884	3.548.000
65,6	1.905	3.631.000
65,7	1.928	3.715.000
65,8	1.950	3.802.000
65,9	1.972	3.890.000
66,0	1.995	3.981.000
66,1	2.018	4.074.000
66,2	2.042	4.169.000
66,3	2.065	4.266.000
66,4	2.089	4.365.000
66,5	2.113	4.467.000
66,6	2.138	4.571.000
66,7	2.163	4.677.000
66,8	2.188	4.786.000
66,9	2.213	4.898.000
67,0	2.239	5.012.000
67,1	2.265	5.129.000
67,2	2.291	5.248.000
67,3	2.317	5.370.000
67,4	2.344	5.495.000
67,5	2.371	5.623.000
67,6	2.399	5.754.000
67,7	2.427	5.888.000
67,8	2.455	6.026.000
67,9	2.483	6.166.000
68,0	2.512	6.310.000
68,1	2.541	6.457.000
68,2	2.570	6.607.000
68,3	2.600	6.761.000
68,4	2.630	6.918.000
68,5	2.661	7.079.000
68,6	2.692	7.244.000
68,7	2.723	7.413.000
68,8	2.754	7.586.000
68,9	2.786	7.762.000
69,0	2.818	7.943.000
69,1	2.851	8.128.000
69,2	2.884	8.318.000
69,3	2.917	8.511.000
69,4	2.951	8.710.000
69,5	2.985	8.913.000
69,6	3.020	9.120.000
69,7	3.055	9.333.000
69,8	3.090	9.550.000
69,9	3.126	9.772.000
70,0	3.162	10.000.000