

LX1600



AUDIO-METER pa

Las personas que realizan proyectos BF precisan de un amplio conjunto de instrumentos para realizar todas las medidas requeridas en este campo. Hoy presentamos un único instrumento de medida universal dotado de los elementos necesarios para trabajar con aplicaciones BF: Generador BF, Frecuencímetro digital, Voltímetro Electrónico con medición de tensión y ganancia en dB y Vatímetro.

Quienes construyen **Filtros Cross-Over** para cajas acústicas, **Preamplificadores** y **Etapas finales de BF**, una vez acabado el montaje precisan probar los dispositivos para determinar sus características. En los **Filtros Cross-Over**, su **frecuencia de corte** y el valor de **atenuación** expresado en dB x octava. En los **Preamplificadores BF**, **banda pasante** y factor de **amplificación/atenuación** para diferentes frecuencias. Con los **ecualizadores RIAA** se hace necesario determinar si su **curva de respuesta** corresponde a las características. La realización de estas pruebas a menudo presenta el problema, para muchos insuperable, del muy elevado precio de la **instrumentación** requerida,

ya que para realizar este tipo de medidas hay que disponer de un **Generador de onda sinusoidal**, de un **Frecuencímetro digital**, de un **Voltímetro electrónico**, de un **Vatímetro BF**, etc.

Por este motivo hemos creído muy interesante desarrollar un **único instrumento** de medida que contenga toda la instrumentación necesaria para realizar cualquier medida en el campo de **BF**. El instrumento de medida (**Audio-Meter**) incluye un **Generador BF** de onda **sinusoidal**, un **Voltímetro electrónico** con indicación en display LCD de los valores en **voltios** y **dB**, un **Frecuencímetro digital** que presenta el valor de la frecuencia en **Hz** y

un **vatímetro**. El conjunto de estos instrumentos constituye un **laboratorio** hecho a medida para aplicaciones **BF**.

El **Audio-Meter LX.1600** permite realizar cualquier medida relacionada con la **BF**: Determinación de la **frecuencia de corte**, obtención de la **curva de atenuación** de **filtros activos y pasivos**, determinación de la **respuesta en frecuencia** de los **controles de tonos**, obtención de la **banda pasante** de un **amplificador o preamplificador**, determinación de la **frecuencia de resonancia** de un **altavoz**, tanto al aire libre como instalado en una caja acústica, y medición de la **potencia efectiva** proporcionada por una **etapa final Hi-Fi**.

ESQUEMA ELÉCTRICO

Comenzamos la descripción del esquema eléctrico reproducido en la Fig.2 por el **Generador**

BF IC6, un **HCMOS 4046** utilizado para generar una señal en forma de **onda cuadrada**.

Aplicando a los terminales **6-7** del integrado **IC6** un condensador de **100 pF** (ver **C35**) y mediante el potenciómetro **R24** de **10.000 ohmios**, conectado al terminal **9**, se obtiene en salida (terminal **4**) una señal en forma de **onda cuadrada** con una frecuencia variable entre **3.800 Hz** y **3.850.000 Hz**.

El trimmer **R25** de **2.000 ohmios**, conectado en serie al potenciómetro **R24**, se utiliza para ajustar el valor de la **frecuencia mínima** y para compensar la **tolerancia** del condensador **C35**.

Como se puede observar en el esquema eléctrico, la onda cuadrada presente en el terminal **4** de **IC6** se manda también a los terminales **10-11** del integrado **IC8**, un **filtro paso-bajo de capacidad conmutada (MF10 /**

ra aplicaciones BF

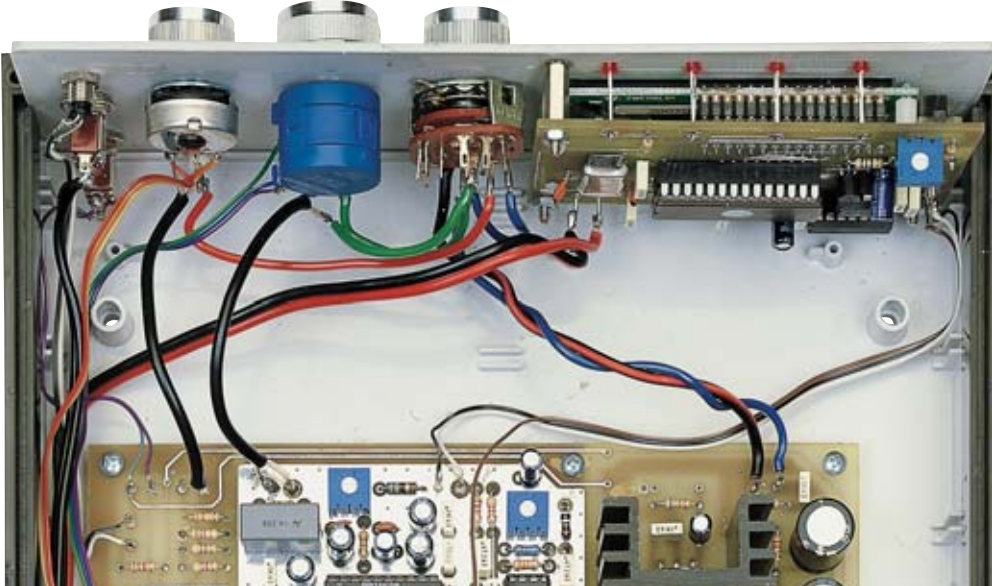


Fig.1 En esta fotografía se puede observar la parte interior del Audio-Meter LX.1600 donde se encuentran las conexiones entre el circuito impreso principal y los componentes del panel y la etapa del Display (ver Fig.10 y Fig.15).

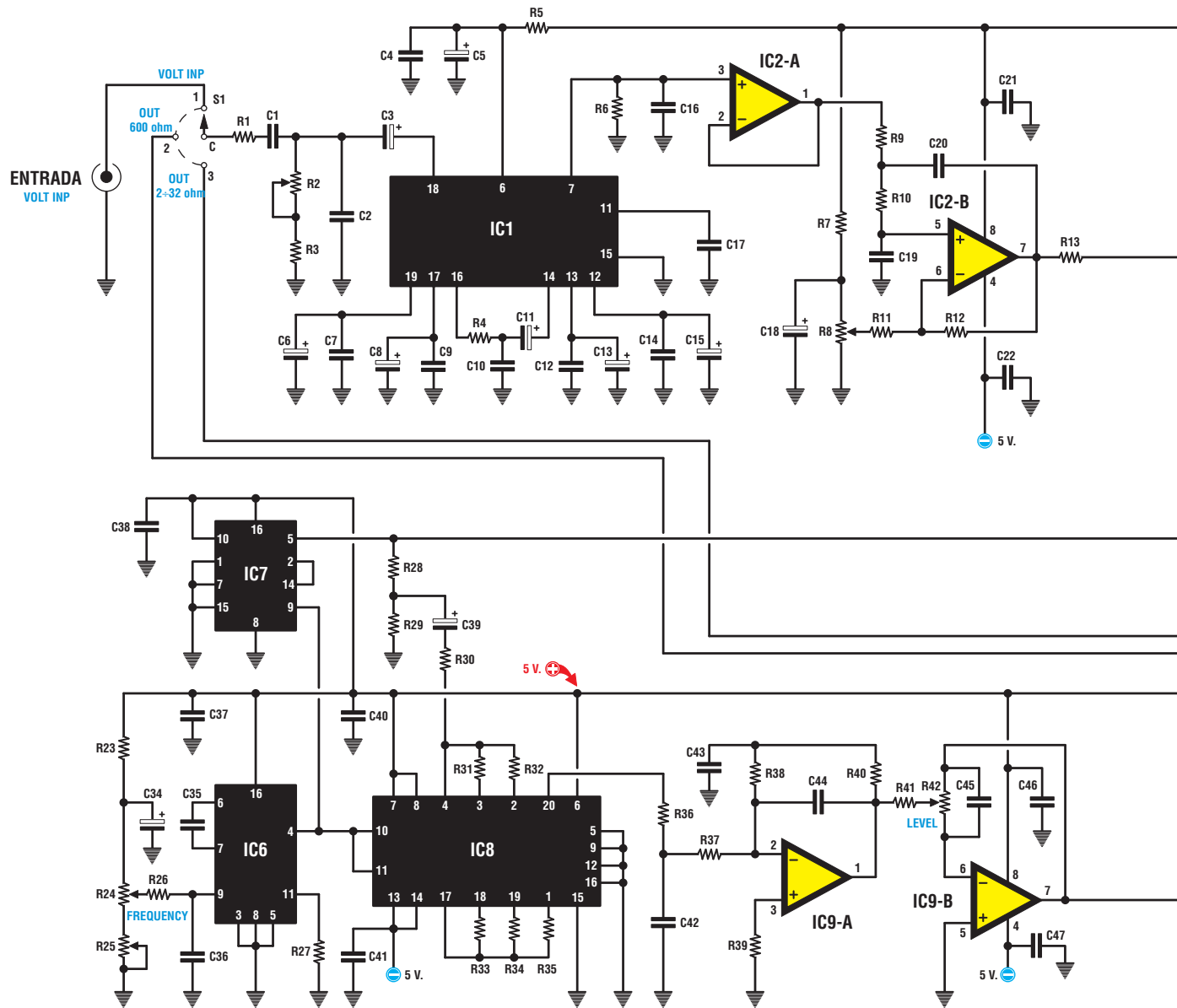
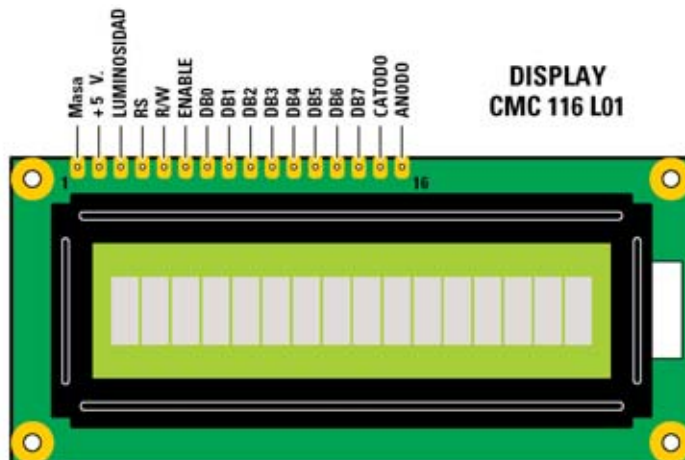


Fig.2 Esquema eléctrico completo del instrumento. Debido a la extensión del esquema la lista de componentes se encuentra en otra página.

Fig.3 Conexiones del Display LCD. En los agujeros de la parte superior hay que montar el doble conector macho mostrado en la Fig.16.



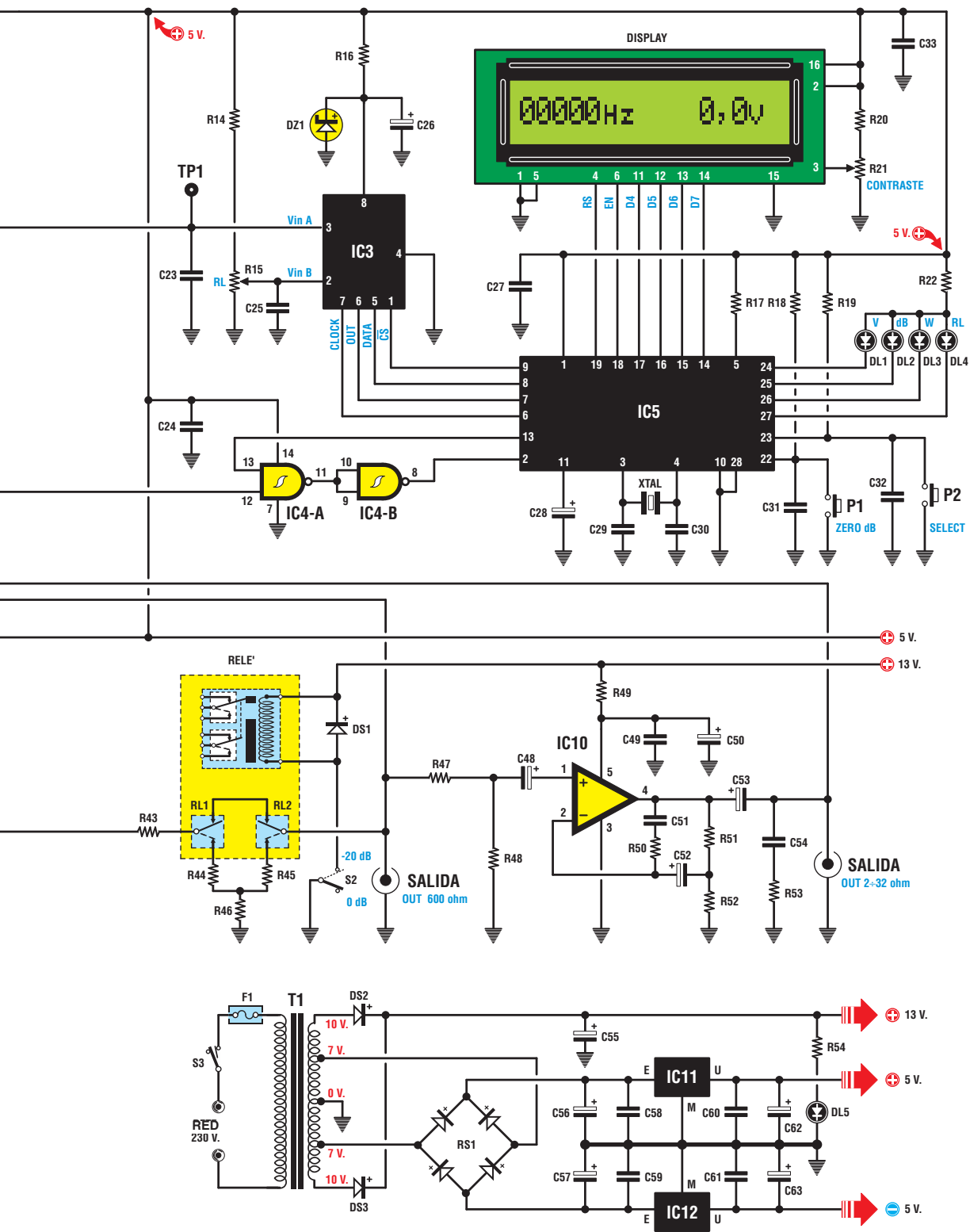


Fig.4 Esquema eléctrico de la etapa de alimentación. Esta etapa está incluida dentro del circuito impreso del Audio-Meter (ver Fig.9).

TCL10) y al terminal 9 del integrado IC7, un divisor de frecuencia 74HC4520.

El integrado IC7 se utiliza para dividir 128 veces la frecuencia generada por IC6, frecuencia que varía de 3.800 Hz a 3.850.000 Hz. Por tanto en el terminal de salida 5 de IC7 hay una frecuencia variable desde un mínimo de:

$$3.800 : 128 = 29,7 \text{ Hz}$$

a un máximo de:

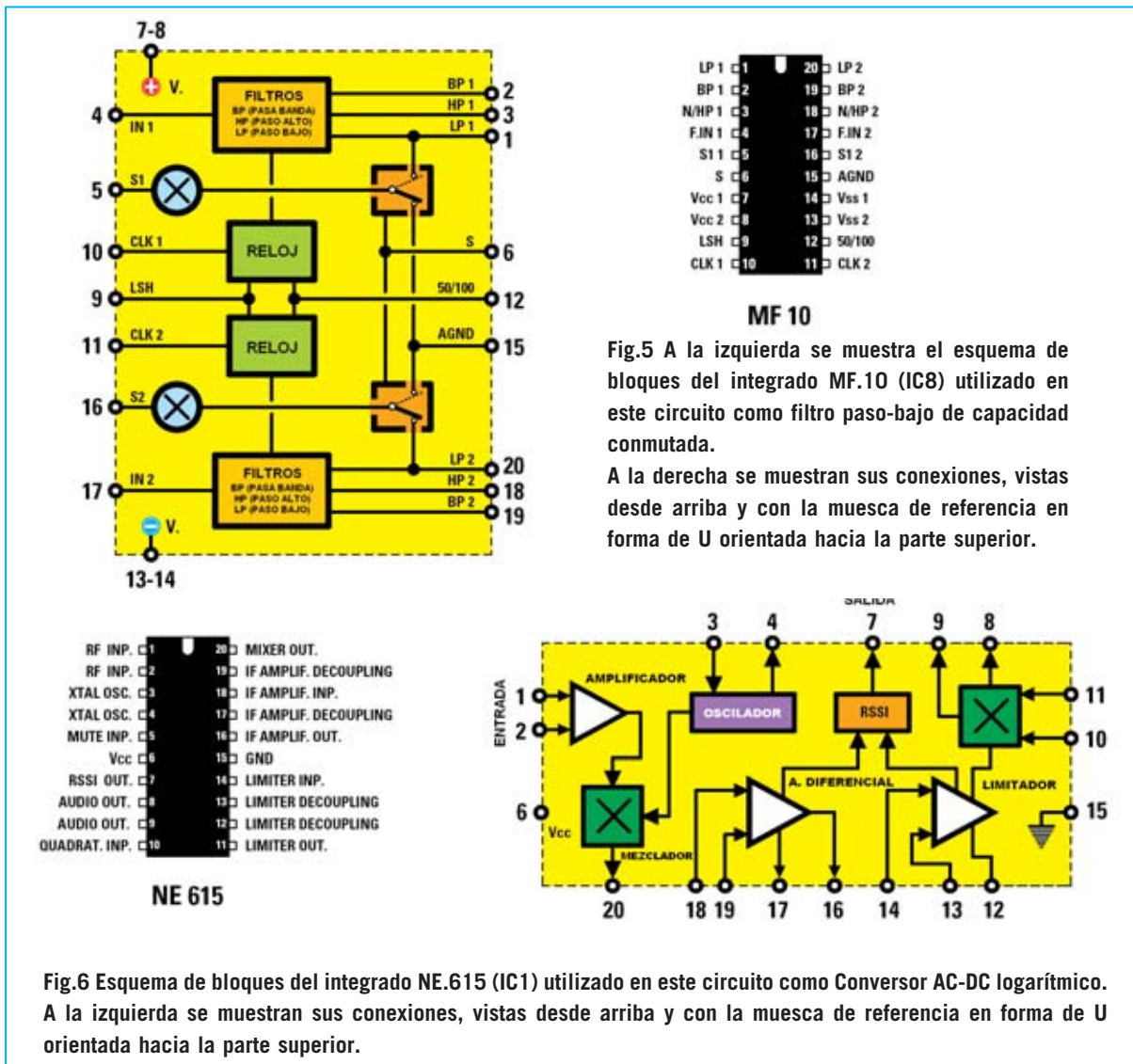
$$3.850.000 : 128 = 30.078 \text{ Hz}$$

La onda cuadrada obtenida del terminal 5 de IC7 se aplica al terminal 4 del integrado IC8, a través del divisor resistivo R28-R29 y del condensador electrolítico C39, para ser

convertida en una onda sinusoidal obtenida del terminal 20 y aplicada al operacional IC9/A.

La onda cuadrada con frecuencia entre 3.800 Hz y 3.850.000 Hz presente en el terminal 4 de IC6 y aplicada a los terminales 10-11 de IC8 se utiliza por este integrado como señal de reloj.

Volviendo al integrado divisor IC7, se puede observar que su terminal de salida 5 se conecta al terminal de entrada 12 de la NAND IC4/A, cuya salida 11 se aplica a la segunda NAND IC4/B (utilizada como inversor). El terminal 13 de IC4/A se conecta al terminal 13 del integrado IC5, un microprocesador ST62T25 programado para este proyecto (en la lista de componentes se referencia como micro EP1600).



LISTA DE COMPONENTES LX.1600-LX.1601

R1 = 100.000 ohmios
 R2 = Trimmer 100 ohmios
 R3 = 68 ohmios
 R4 = 4.700 ohmios
 R5 = 10 ohmios
 R6 = 100.000 ohmios
 R7 = 470 ohmios
 R8 = Trimmer 1.000 ohmios
 R9-R10 = 33.000 ohmios
 R11 = 9.090 ohmios 1%
 R12 = 1.000 ohmios 1%
 R13 = 1.000 ohmios
 R14 = 82.000 ohmios (*)
 R15 = Trimmer 100.000 ohmios (*)
 R16 = 150 ohmios (*)
 R17-R19 = 10.000 ohmios (*)
 R20 = 15.000 ohmios (*)
 R21 = Trimmer 10.000 ohmios (*)
 R22 = 470 ohmios (*)
 R23 = 1.200 ohmios
 R24 = Potenciómetro 10.000 ohmios (10 vueltas)
 R25 = Trimmer 2.000 ohmios
 R26 = 10.000 ohmios
 R27 = 3.300 ohmios
 R28 = 4.700 ohmios
 R29 = 1.500 ohmios
 R30-R31 = 22.000 ohmios
 R32 = 12.000 ohmios
 R33 = 10.000 ohmios
 R34 = 12.000 ohmios
 R35 = 10.000 ohmios
 R36-R40 = 4.700 ohmios
 R41 = 2.200 ohmios
 R42 = Potenciómetro lineal 10.000 ohmios
 R43 = 560 ohmios
 R44-R45 = 470 ohmios
 R46 = 120 ohmios
 R47 = 330.000 ohmios
 R48 = 6.800 ohmios
 R49 = 1 ohmio 1/2 vatio
 R50 = 39 ohmios
 R51 = 220 ohmios
 R52 = 2,2 ohmios
 R53 = 1 ohmio
 R54 = 1.500 ohmios
 C1 = 1 microF. poliéster
 C2 = 150 pF cerámico
 C3 = 100 microF. electrolítico
 C4 = 100.000 pF poliéster
 C5-C6 = 100 microF. electrolítico
 C7 = 100.000 pF poliéster
 C8 = 100 microF. electrolítico
 C9 = 100.000 pF poliéster
 C10 = 470 pF cerámico
 C11 = 10 microF. electrolítico
 C12 = 100.000 pF poliéster
 C13 = 100 microF. electrolítico
 C14 = 100.000 pF poliéster
 C15 = 100 microF. electrolítico

C16-C17 = 100.000 pF poliéster
 C18 = 10 microF. electrolítico
 C19-C20 = 470.000 pF poliéster
 C21-C22 = 100.000 pF poliéster
 C23-C25 = 100.000 pF poliéster (*)
 C26 = 10 microF. electrolítico (*)
 C27 = 100.000 pF poliéster (*)
 C28 = 10 microF. electrolítico (*)
 C29-C30 = 22 pF cerámico (*)
 C31-C33 = 100.000 pF poliéster (*)
 C34 = 10 microF. electrolítico
 C35 = 100 pF cerámico
 C36-C37 = 100.000 pF poliéster
 C38 = 100.000 pF poliéster
 C39 = 10 microF. electrolítico
 C40-C41 = 100.000 pF poliéster
 C42-C43 = 680 pF cerámico
 C44 = 330 pF cerámico
 C45 = 22 pF cerámico
 C46-C47 = 100.000 pF poliéster
 C48 = 10 microF. electrolítico
 C49 = 100.000 pF poliéster
 C50 = 1.000 microF. electrolítico
 C51 = 3.300 pF poliéster
 C52 = 470 microF. electrolítico
 C53 = 1.000 microF. electrolítico
 C54 = 100.000 pF poliéster
 C55-C57 = 1.000 microF. electrolítico
 C58-C61 = 100.000 pF poliéster
 C62-C63 = 100 microF. electrolítico
 XTAL = Cuarzo 8 MHz (*)
 DS1-DS3 = Diodo 1N4007
 DZ1 = Diodo zéner 4,096 V LM.4040 (*)
 RS1 = Puente rectificador 100V 1A
 DL1-DL4 = Diodo LED (*)
 DL5 = Diodo LED
 Display LCD tipo CMC116L01 (*)
 IC1 = Integrado NE.615
 IC2 = Integrado TL.082
 IC3 = Integrado MCP.3202 (*)
 IC4 = Integrado TTL 74HC132 (*)
 IC5 = Micro EP1600 (*)
 IC6 = Integrado TTL 74HC4046
 IC7 = Integrado TTL 74HC4520
 IC8 = Integrado MF.10
 IC9 = Integrado NE.5532
 IC10 = Integrado TDA.2002
 IC11 = Integrado L.7805
 IC12 = Integrado L.7905
 F1 = Fusible 5 Amperios
 T1 = Transformador 20W (T020.01) sec. 7+7V 1A - 10+10V 1A
 Relé = Relé 12V 2 circuitos
 S1 = Conmutador rotativo 3 posiciones 3 circuitos
 S2 = Conmutador
 S3 = Interruptor
 P1 = Pulsador (*)
 P2 = Pulsador (*)

NOTA: Los componentes marcados con un asterisco (*) se montan en el circuito impreso LX.1601.

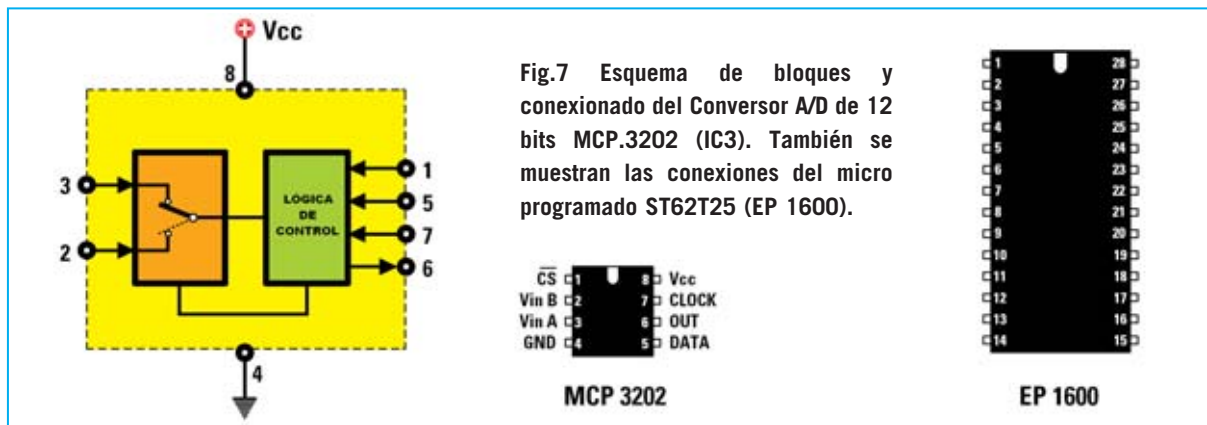


Fig.7 Esquema de bloques y conexionado del Conversor A/D de 12 bits MCP.3202 (IC3). También se muestran las conexiones del micro programado ST62T25 (EP 1600).

El valor de la frecuencia que sale del terminal 5 de IC7, que tiene un valor mínimo de 30 Hz y un máximo de 30.000 Hz, se visualiza en la parte izquierda del display LCD con una precisión de +/- 1 Hz.

La misma señal con frecuencia de 30 Hz a 30.000 Hz también sale del terminal 20 del integrado IC8 (un filtro de capacidad conmutada MF10/TCL10) para ser aplicada a la entrada inversora 2 del primer operacional IC9/A, configurado como filtro paso-bajo con una frecuencia de corte máxima de 30.000 Hz. Esta señal de BF es mandada al potenciómetro R42 de 10.000 ohmios que la aplica a la entrada inversora del operacional IC9/B, utilizado como amplificador de ganancia variable.

Girando el cursor del potenciómetro R42, utilizado en este caso como control de amplitud, se obtiene en la salida de IC9/B una señal sinusoidal de BF variable entre 0 y 2 voltios eficaces.

Activando el relé a través del conmutador S2 la señal que sale del conector BNC OUTPUT 600 ohm tiene un valor de 0 dB sobre la señal presente en el conector BNC OUTPUT 2-32 ohm, es decir no se produce atenuación. Si no se activa el relé la atenuación es de -20 dB (10 veces en tensión). Hemos incluido una etapa de amplificación de potencia (IC10) ya que para determinar la frecuencia de corte de los filtros cross-over, impedancia de altavoces, etc. es preciso disponer de una señal con una potencia adecuada.

Esta etapa de potencia, que utiliza un integrado TDA.2002, obtiene la señal de la toma

OUTPUT 600 ohm y la aplica, mediante el condensador electrolítico C48, a la entrada no inversora (terminal 1) de este integrado, que la amplifica 1,5 veces. La tensión presente en la salida de IC10 se lleva, a través del condensador electrolítico C53, al conector BNC OUTPUT 2-32 ohm. En esta salida se puede obtener una potencia de 2 Vatios RMS sobre una carga de 4 ohmios.

Una vez descrita la etapa Generadora de BF, compuesta por los integrados IC6-IC7-IC8-IC9-IC10, vamos a pasar a la descripción de las etapas Voltímetro AC y Vatímetro.

El Voltímetro integrado en este instrumento realiza medidas de tensión sinusoidal hasta un máximo de 44,5 voltios eficaces, equivalentes a unos 126 voltios pico-pico, en un rango de frecuencia comprendido entre 30 Hz y 30.000 Hz y con una precisión de +/- 0,1 voltios. También se puede tomar como fuente un valor de tensión determinado y obtener la atenuación o amplificación en dB respecto a este valor. El Vatímetro permite medir la potencia eficaz de una onda sinusoidal hasta un máximo de unos 100 Vatios RMS sobre una carga resistiva en el rango de 2 a 20 ohmios.

Comenzamos la descripción por el conmutador rotativo de 3 posiciones (S1) situado en la parte superior-izquierda del esquema eléctrico mostrado en la Fig.2.

En la primera posición (VOLT INP) la señal aplicada al conector ENTRADA alcanza, a través de la resistencia R1 y de los condensadores C1-C3, el terminal 18 del integrado IC1. El trimmer R2, conectado en

serie a la resistencia **R3**, se utiliza para el ajuste del circuito.

En la **segunda** posición (**OUT 600 ohm**) la señal se obtiene en el conector **SALIDA OUT 600 ohm** (ver parte inferior-derecha). Se puede leer la **tensión eficaz** en el circuito que estamos probando.

En la **tercera** posición (**OUT 2-32 ohm**) la señal se obtiene en el conector **SALIDA OUT 2-32 ohm** (ver parte inferior-derecha). Se puede leer la **tensión eficaz** en el circuito que estamos probando.

Continuando con la descripción, el integrado **IC1**, un **NE.615**, se utiliza como **Convertor AC-DC logarítmico**. En efecto, la **señal alterna** presente en el terminal **18** es transformada por el **NE.615** en una **tensión continua**, cuya amplitud tiene el valor de la tensión de **pico** de la señal de entrada. Esta tensión es posteriormente convertida a un valor **logarítmico**. La **tensión logarítmica** presente en el terminal de salida **7** de **IC1** se aplica a la entrada **no inversora** del operacional **IC2/A**, que se utiliza como **adaptador de impedancia con ganancia 1**. Su salida (ver terminal **1**) se conecta a la entrada **no inversora** del operacional **IC2/B**. Este operacional está configurado como **filtro paso-bajo** para limpiar la señal que sale de **IC1**.

La señal completamente limpia presente en el terminal de salida **7** del operacional **IC2/B** se aplica, a través de la resistencia **R13**, al terminal de entrada **3 (Vin A)** de **IC3**, un **Convertor Analógico-Digital (ADC)** de **12 bits** tipo **MCP.3202**.

El terminal de entrada **2** de este integrado (**Vin B**) está conectado al trimmer **R15** de **100.000 ohmios**, cuya función es permitir ajustar en el **Vatímetro** el valor de la **resistencia de carga (RL)** necesaria para realizar el cálculo de la **potencia**. El terminal **8** del integrado **IC3** está alimentado con una **tensión de referencia** de **4,096 voltios**, proporcionada por el **diodo zéner** de precisión **DZ1**.

Cuando el microprocesador **IC5**, un **ST6** programado para esta aplicación, habilita la conversión del valor de **tensión** presente en la entrada **Vin A** el instrumento se utiliza como **Voltímetro electrónico**, mientras que cuando habilita la conversión del valor de **tensión** presente en la entrada **Vin B** el instrumento se utiliza como **Vatímetro**.

Desde el terminal **6** del **Convertor A/D (IC3)** los datos se transmiten al terminal **7** del **micro ST6** que, con el valor de tensión medido por el **voltímetro**, obtiene el correspondiente valor en **dB** y calcula la potencia en **vattios** en función

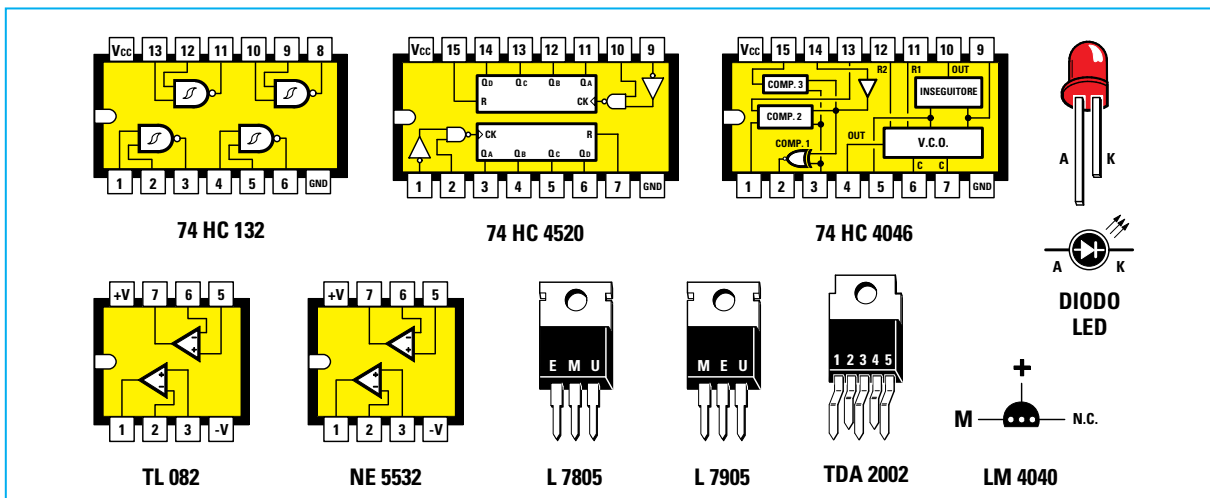


Fig.8 Conexiones del resto de integrados utilizados en este proyecto, vistas desde arriba y con la muesca de referencia a U orientada hacia la izquierda. En los integrados estabilizadores y en el integrado TDA.2002 las conexiones se muestran vistas de frente. También se muestran las conexiones de los semiconductores utilizados, en el caso del diodo zéner LM.4040 se muestran vistas desde abajo, mientras que las conexiones del diodo LED se muestran lateralmente.

de la resistencia de carga. Los valores se presentan en el **display LCD CMC116L01**.

El pulsador **P2 (Select)** permite seleccionar la función a utilizar (**Volt, dB, Watt, R.Load**), indicando la selección a través de los cuatro **diodos LED DL1-DL2-DL3-DL4**.

El pulsador **P1 (Zero dB)** hace coincidir la tensión medida por el instrumento con el valor de atenuación **0 dB**.

El **trimmer R21**, conectado al terminal **3** del display, se utiliza para ajustar el **contraste**.

Para completar la descripción del esquema eléctrico ya solo queda detallar la **etapa de alimentación** mostrada en la Fig.4.

El interruptor **S3**, conectado al primario del transformador **T1**, controla el encendido del instrumento, señalizándolo a través del **LED DL5**. Como se puede observar en la Fig.4, este transformador dispone de un secundario con dos tomas, una proporciona **10+10 voltios** y la otra **7+7 voltios**.

La tensión de **10+10 voltios** proporcionada por el secundario del transformador se rectifica con los diodos **DS2-DS3** y posteriormente se estabiliza con el condensador electrolítico **C55**. La tensión continua proporcionada tiene un valor de unos **13 voltios**, tensión utilizada para alimentar el amplificador de potencia **IC10** y el **relé de 12 voltios**. La tensión de **7+7 voltios** proporcionada por el secundario del transformador se rectifica a través del puente **RS1**. La tensión presente en el **positivo** del puente **RS1** se aplica al integrado estabilizador **IC11**, un **L.7805** que proporciona una tensión **estabilizada de +5 voltios**. La tensión presente en el **negativo** de **RS1** se aplica al integrado estabilizador **IC12**, un **L.7905** que proporciona una tensión estabilizada de **-5 voltios**. Estas tensiones se utilizan para alimentar los **integrados**, incluyendo el **microprocesador ST6** programado y el **display LCD**.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

Para realizar este instrumento de medida se precisan dos circuitos impresos. El circuito

LX.1600 sirve de soporte para todos los componentes mostrados en la Fig.9, mientras que el **LX.1601** se utiliza para sustentar el **Display LCD** y los componentes mostrados en la Fig.10.

Aconsejamos comenzar el montaje por el circuito **LX.1600**. En primer lugar se pueden instalar los **6 zócalos** para los integrados **IC1-IC2-IC6-IC7-IC8-IC9**.

Después de soldar sus terminales a las pistas del circuito impreso se pueden montar las **resistencias**, controlando su valor óhmico a través del **código de colores**. La resistencia **R3**, de **68 ohmios**, presenta las siguientes franjas de color:

Azul - Gris - Negro - Plata

Las resistencias **R11-R12**, situadas al lado del **trimmer R8**, al ser de **precisión**, disponen de **5 franjas** en lugar de **4**. Su identificación es la siguiente:

R11 (9.090 ohmios)

Blanco - Negro - Blanco - Marrón - Marrón

R12 (1.000 ohmios)

Marrón - Negro - Negro - Marrón - Marrón

Los **trimmer R2-R8-R25** se identifican a través de las siguientes referencias serigrafiadas en su cuerpo:

101 (R2, 100 ohmios)

1K o 102 (R8, 1.000 ohmios)

2K o 202 (R25, 2.000 ohmios)

Completada esta operación se pueden montar los tres **diodos** de silicio **DS1-DS2-DS3**, orientando la **franja blanca** de su cuerpo como se indica en el esquema práctico de la Fig.9.

Para continuar el montaje hay que instalar los **condensadores cerámicos**, los de **poliéster** y, a continuación, los **condensadores electrolíticos**, respetando en estos últimos la polaridad **+/-** de sus terminales (el terminal **positivo** es reconocible porque **más largo** que el terminal negativo).

Llegado este punto se pueden montar el **relé** y el **puente rectificador RS1**, orientando en este último los terminales **+/-** como se muestra

en la Fig.9. El cuerpo del puente rectificador tiene que separarse unos **5-6 mm** de la base del circuito impreso.

Ahora hay que fijar la **aleta de refrigeración** en forma de **U** en el integrado estabilizador **IC10**. A continuación hay que introducir los **5 terminales** en los agujeros correspondientes del circuito impreso y soldarlos. Para continuar hay que fijar los dos integrados estabilizadores **IC12-IC11** a las dos pequeñas **aletas de refrigeración** en forma de **U**. Acto seguido hay que fijar el conjunto al circuito impreso utilizando un tornillo metálico con su correspondiente tuerca.

Como se puede observar en la Fig.9, los tres terminales de estos integrados deben doblarse en forma de **L**. Para evitar errores recordamos que el integrado **IC12**, situado a la **izquierda**, es un **L.7905**, mientras que el integrado **IC11**, situado a la **derecha**, es un **L.7805**. Para completar la instalación de los componentes en el circuito impreso solo queda montar el transformador **T1**, fijándolo al circuito impreso con 4 tornillos y sus correspondientes tuercas.

Una vez montados todos los componentes hay que insertar los **circuitos integrados** en sus correspondientes **zócalos**, orientando sus muescas de referencia en forma de **U** tal y como se muestra en esquema de montaje de la Fig.9. Por último hay que soldar los **cables** utilizados para conectar los **componentes exteriores** al circuito impreso en sus agujeros correspondientes. Llegado este punto hay que arrinconar temporalmente el circuito impreso **LX.1600** y coger circuito impreso **LX.1601** para montar sus componentes (ver Fig.10). También en este caso es aconsejable comenzar instalando los **zócalos** para los integrados (**IC3-IC4-IC5**).

En el lado opuesto del circuito impreso (cara de las pistas) se montan el **conector hembra de 16 polos**, los dos pulsadores **P1-P2** y el trimmer **R15**, después de acortar su **eje**. La instalación puede continuar con el montaje, en la cara de los componentes, de las **resistencias** y del trimmer vertical **R21**, continuando con los **condensadores**, **2** cerámicos (**C29** y **C30**), **7** de **poliéster** y **2** electrolíticos (**C26** y **C28**).

A la derecha del integrado **IC5** hay que montar el **cuarzo**, colocándolo en posición horizontal y no olvidando fijar su cuerpo con una gota de estaño a la pista de **masa** del circuito impreso.

A la izquierda del integrado **IC5** se instala el diodo zéner **DZ1**, orientando el lado **plano** de su cuerpo hacia el integrado **IC3**. Es recomendable separar el cuerpo de este diodo zéner de la base del circuito impreso unos **5-6 mm**.

Ahora se pueden insertar los **circuitos integrados** en sus correspondientes **zócalos**, orientando sus **muecas** de referencia en forma de **U** tal y como se muestra en esquema de montaje de la Fig.10. En el lado opuesto del circuito impreso (cara de las pistas) se montan los **4 separadores** de plástico utilizados para fijar el display y los **4 diodos LED**, recordando que el terminal más largo (**Ánodo**) corresponde al agujero marcado con una **A**.

Antes de soldar los terminales de los diodos LED al circuito impreso hay que verificar que se encuentren a la misma altura de los dos pulsadores **P1-P2** (ver Fig.17) para que queden bien encajados en el panel del mueble.

MONTAJE del DISPLAY

En el circuito impreso **LX.1601** hemos instalado un **conector hembra de 16 polos**. Por otro lado, en el **display LCD** hay **16 pistas** de cobre en su circuito impreso, con **taladros** pero sin ningún **conector macho**.

En el kit se incluye un **conector macho con 16 terminales** por cada lado, un lado se instala y se suelda en los agujeros del circuito impreso del **display LCD** (ver Fig.16) y el otro se enchufa en el **conector a hembra de 16 agujeros** de la placa **LX.1601** (ver Fig.17).

El conjunto se fija en el panel frontal del mueble utilizando los **tres separadores metálicos** que se incluyen en el kit (ver Fig.18). Para conectar el circuito impreso del **display** al circuito impreso principal mostrado en la Fig.9 son necesarios **5 cables** aislados con plástico.

Los tres cables **A-B-C** situados a la izquierda de la placa **LX.1601** deben conectarse a los puntos

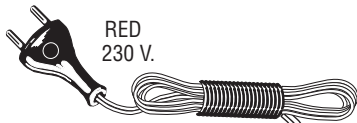
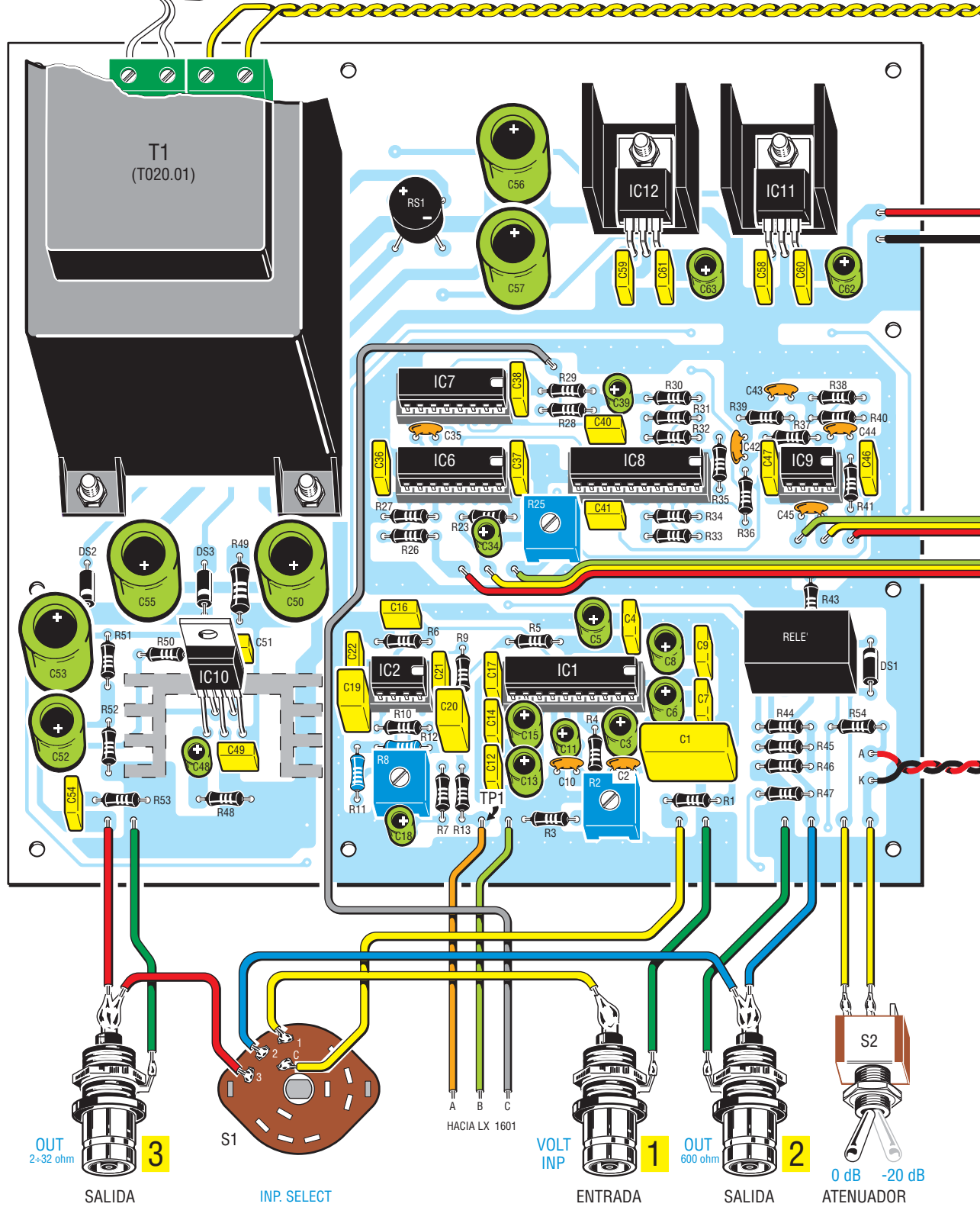
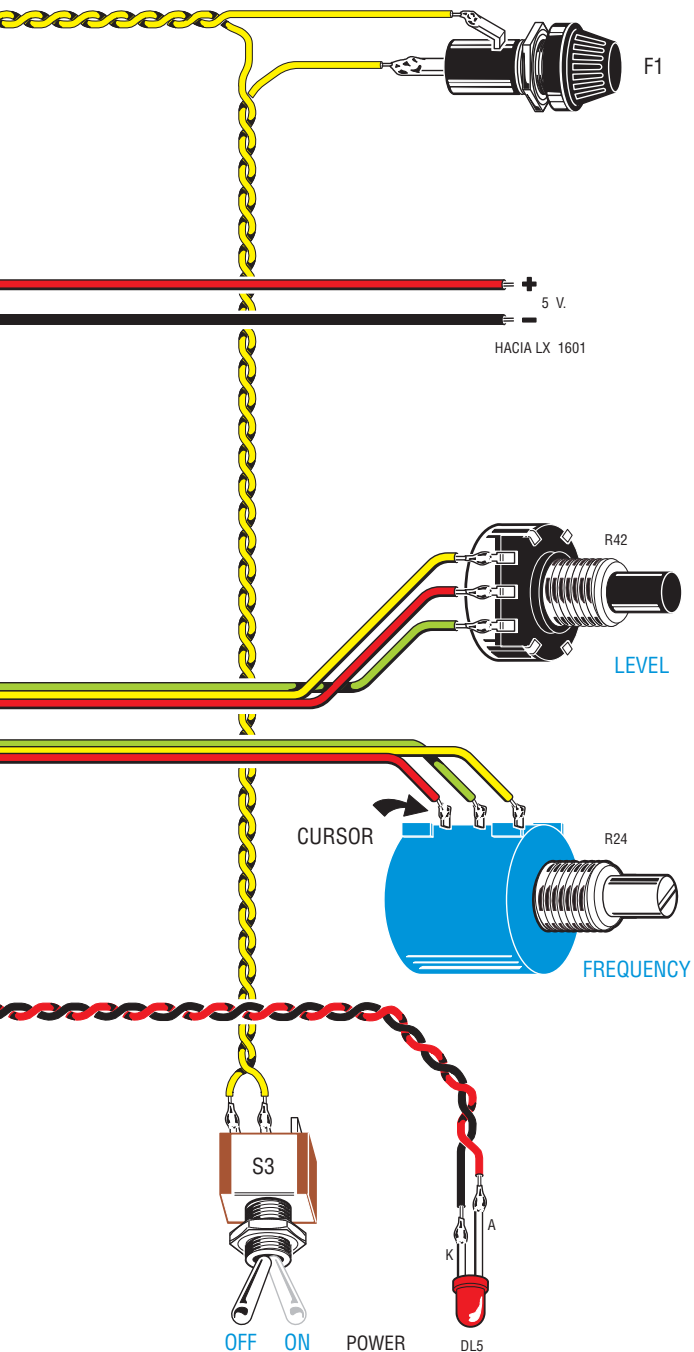


Fig.9 Esquema práctico de montaje del circuito base LX.1600. En la Fig.11 se reproduce la fotografía del circuito montado.





El conmutador rotativo S1 tiene 3 posiciones y 3 circuitos, hay que tener mucho cuidado al controlar sus terminales. En el potenciómetro multigiro R24 su cursor central se encuentra en el extremo marcado con una flecha.

A-B-C de la placa **LX.1600** como se indica en la Fig.9. En la placa **LX.1600** el extremo del cable **A** es conveniente que quede un poco desnudo ya que también se utiliza como **punto de prueba** del circuito (**TP1, Test Point 1**).

Los otros dos cables situados a la derecha del impreso **LX.1601 (+/- 5 voltios)** se conectan a los terminales **+/-5 voltios** del circuito **LX.1600**, obviamente respetando la polaridad **+ /-**.

MONTAJE del PANEL FRONTAL

En el panel frontal del mueble hay que fijar los **3 conectores BNC**, el **conmutador rotativo S1**, los **2 conmutadores** de palanca, el potenciómetro **R42 (Level)**, el potenciómetro multigiro **R24 (Frequency)** y el diodo LED **DL1** (ver Fig.15).

Para **conectar** estos componentes al circuito impreso principal hay que tomar como referencia el esquema práctico de montaje mostrado en la Fig.9.

Para conectar los terminales de los **BNC** al circuito impreso se pueden utilizar **dos cables** de cobre aislados en plástico o un trozo de **cable apantallado**, no olvidando en este caso conectar a **masa** la **mall**. Cuando se conecten los tres cables a los terminales del potenciómetro **R42** hay que tener presente que el **cursor** corresponde al **terminal central**. En cambio, al conectar los tres cables a los terminales del potenciómetro **multigiro R24** hay que tener presente que el **cursor** corresponde al **último terminal** (ver Fig.9).

AJUSTES

Una vez completado el montaje, antes de utilizar el instrumento hay que realizar los procedimientos de **ajuste** que se exponen a continuación.

AJUSTE del VOLTÍMETRO

- Poner el mando del conmutador rotativo **S1** en la posición **1**.
- Conectar las puntas de prueba en el **BNC 1 Volt Inp** y cortocircuitar las dos puntas de cocodrilo.

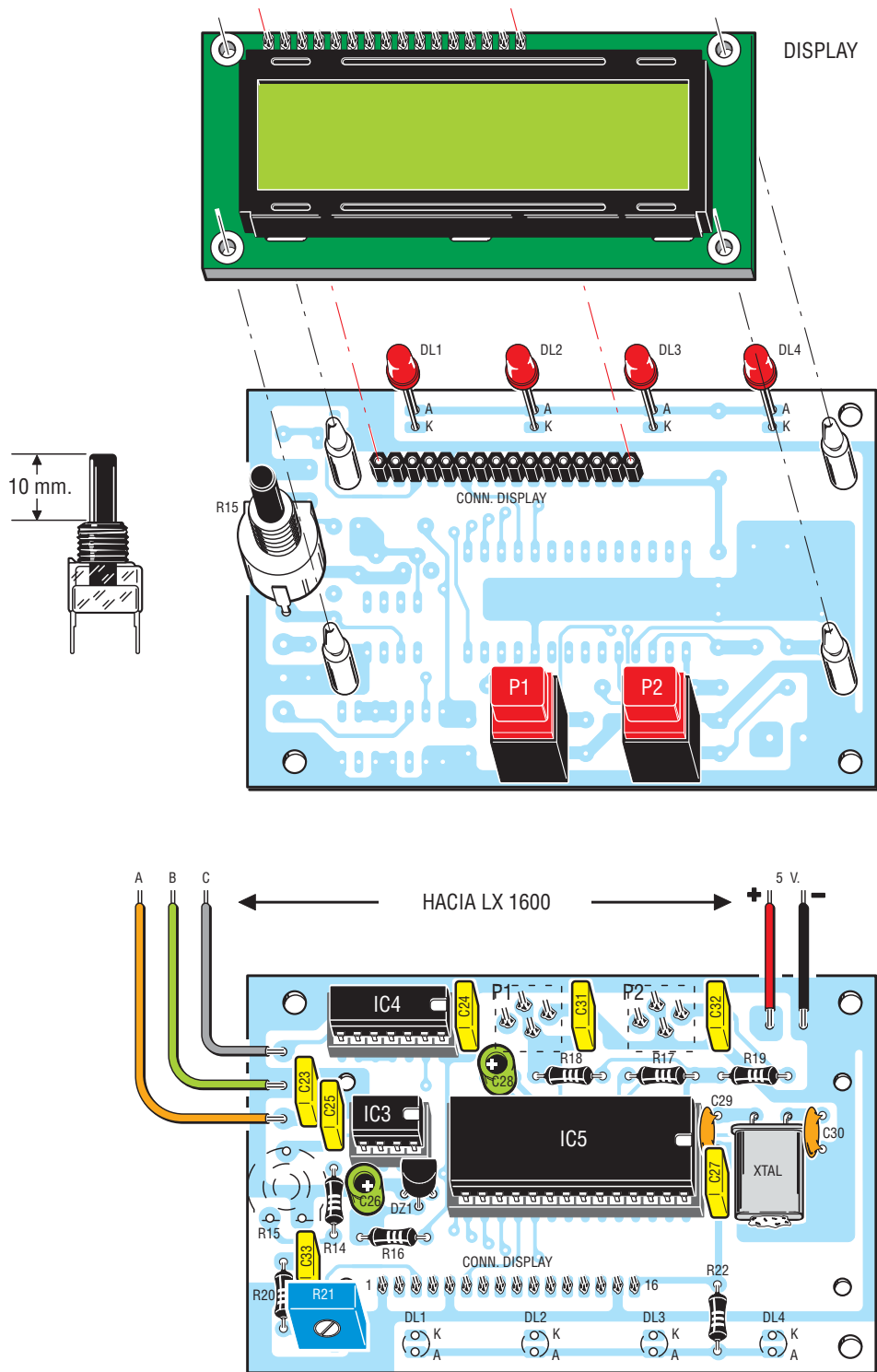


Fig.10 En el circuito impreso LX.1601, utilizado para el display LCD, los componentes se montan a ambos lados. En el esquema superior se pueden observar el conector para el display, los pulsadores P1-P2, los diodos LED y el potenciómetro R15, mientras que el esquema de la parte inferior se encuentran el resto de componentes, incluidos los integrados IC3-IC4 IC5.

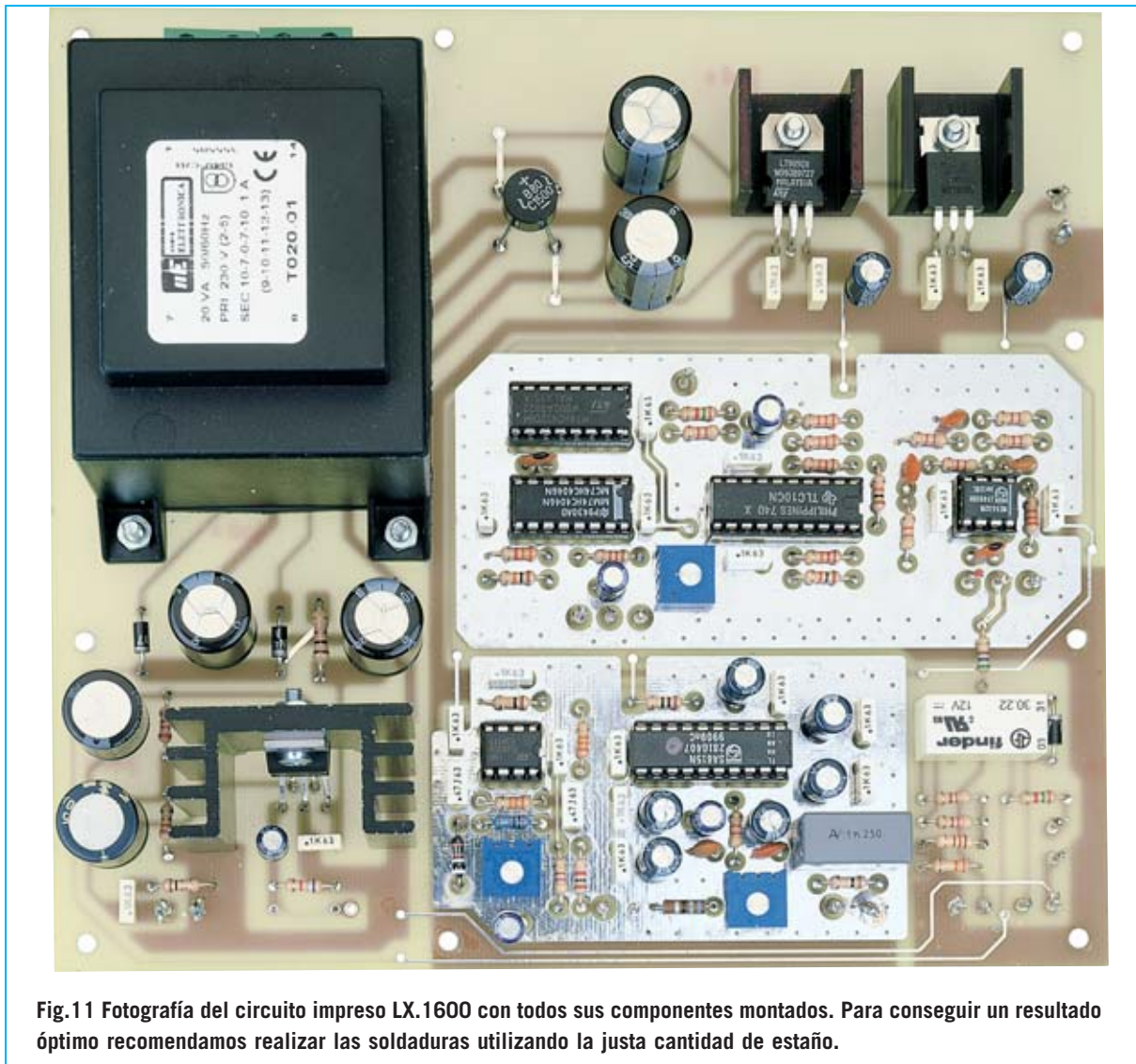


Fig.11 Fotografía del circuito impreso LX.1600 con todos sus componentes montados. Para conseguir un resultado óptimo recomendamos realizar las soldaduras utilizando la justa cantidad de estaño.

- Conectar entre el punto **TP1** y **masa** un **téster** ajustado en la escala de **200 milivoltios CC** o **1 voltio CC**. Girar el cursor del trimmer **R8** hasta leer en el **téster** una tensión de **0,0 voltios**.

NOTA: El punto **TP1** corresponde al terminal **A**, por lo que puede tomarse cualquier punto del cable conectado a este terminal.

- Una vez obtenida esta condición se puede **quitar** el **cortocircuito** del **BNC 1 Volt Inp**.

AJUSTE de la TENSIÓN máxima del GENERADOR BF

- Ajustar el mando del potenciómetro multigiro **Frequency** para leer en el display **LCD** una frecuencia de unos **10.000 Hz**.

- Poner el mando del conmutador rotativo **S1** en la posición **2** (en el display se muestra el valor de la **tensión** presente en el **BNC 2 OUTPUT 600 ohm**).

- Girar el mando **Level** en sentido de las agujas del reloj hasta el **máximo (MAX)**.

- Poner la palanca del conmutador **S2 (Attenuat)** en la posición **0 dB**, es decir hacia arriba.

- Ajustar el cursor del **trimmer R2**, situado bajo el integrado **IC1**, para leer en el display una tensión de **2,0 voltios**.

Una vez efectuado este ajuste en el **BNC 2 OUTPUT 600 ohm** hay disponible una tensión

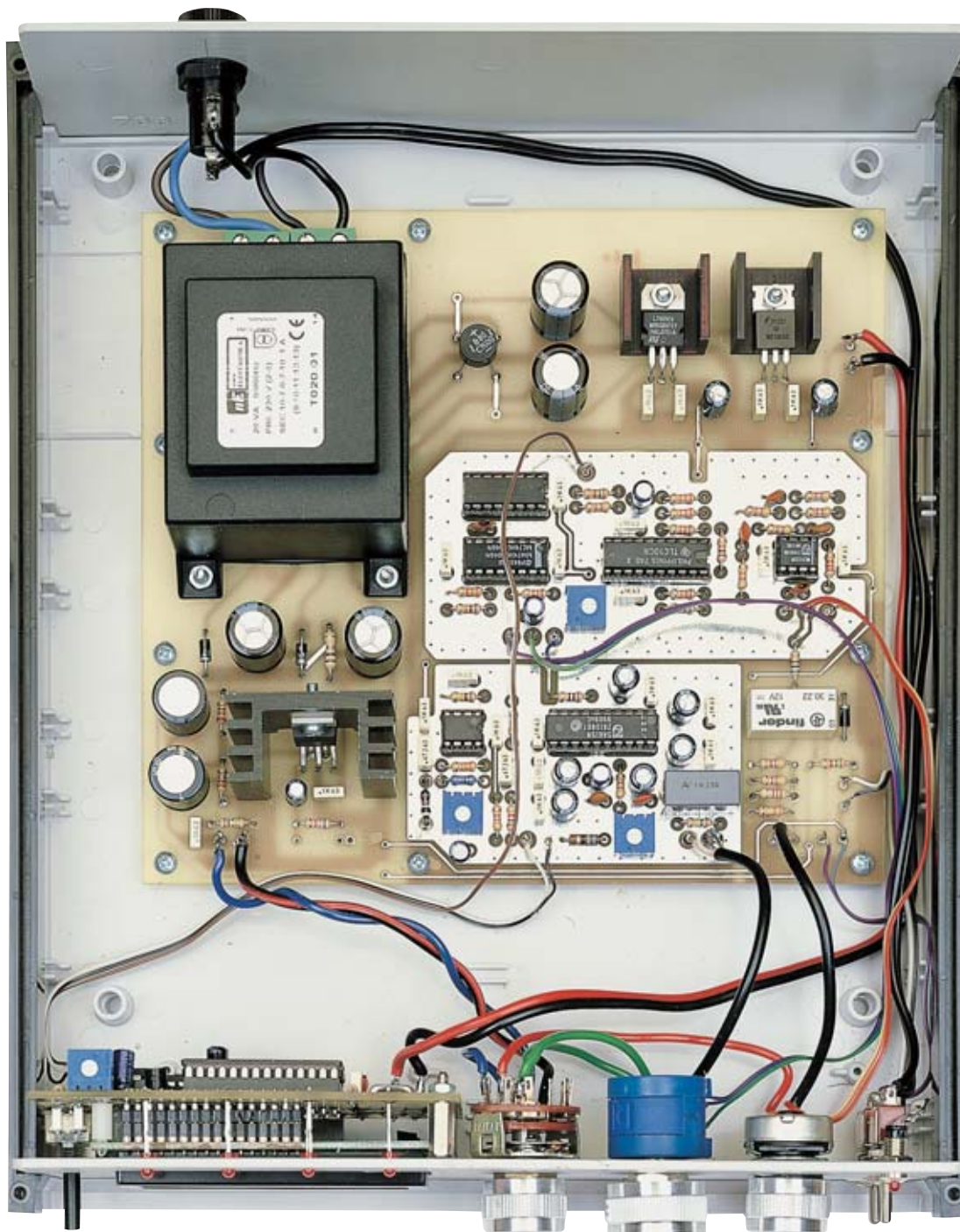


Fig.12 Después de montar todos los componentes del circuito impreso LX.1600 hay que fijarlo en la base del mueble de plástico. En el panel frontal del mueble (ver Fig.15) hay que instalar los 2 potenciómetros R24-R42, el conmutador rotativo S1, los conmutadores de palanca S2-S3, los 3 conectores BNC y el circuito impreso del display LX.1601 (ver Figs.14-15).

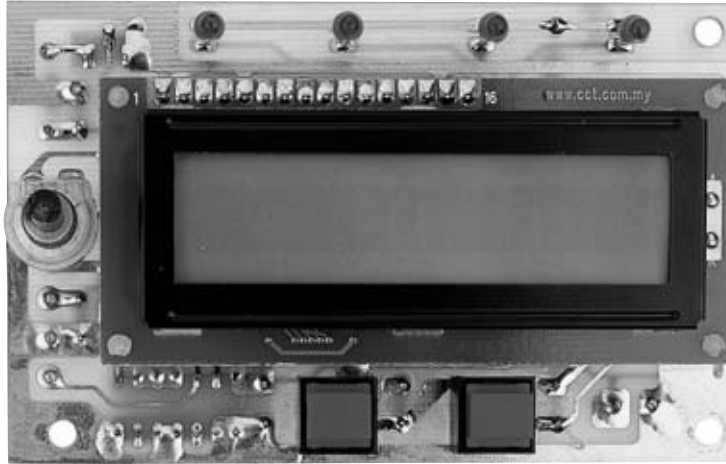


Fig.13 En esta fotografía se muestra el circuito impreso LX.1601, visto por el lado del display. En los agujeros de la parte superior-izquierda del circuito impreso del display hay que montar un doble conector macho, siguiendo las indicaciones mostradas en la Fig.16.

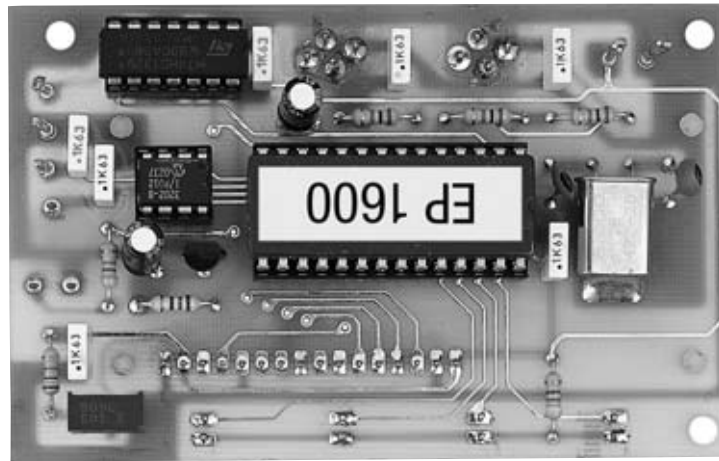


Fig.14 Fotografía del mismo circuito impreso visto por el lado opuesto, es decir por el lado en el que se encuentran los 3 integrados y el resto de componentes.

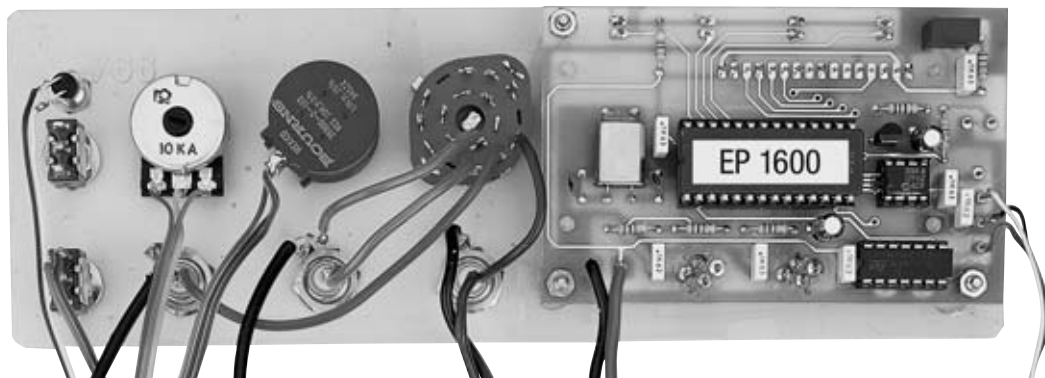


Fig.15 Fotografía de la parte interior del panel frontal del mueble con los potenciómetros, el conmutador rotativo y el resto de componentes montados, incluido el circuito impreso del display que debe fijarse siguiendo las indicaciones mostradas en la Fig.18.

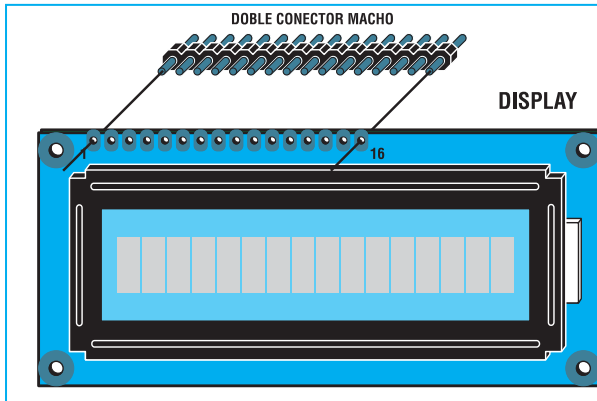


Fig.16 En el kit se incluye un doble conector macho de 16 terminales que se ha de montar en los 16 agujeros presentes en el circuito impreso del Display. Al soldar los terminales en los agujeros metalizados del impreso hay que tener cuidado con no cortocircuitar dos pistas adyacentes debido a un exceso de estaño.

máxima de **2,0 voltios**, mientras que en el **BNC 3 OUTPUT 2-32 ohm** hay disponible una tensión máxima de unos **3,5 voltios**.

AJUSTE de la FRECUENCIA mínima del GENERADOR BF

- Girar completamente hacia la izquierda el mando del potenciómetro **Frequency** de modo que en el display LCD se presente el **valor mínimo de frecuencia**.

- Ajustar el cursor del **trimmer R25** para leer en el display una frecuencia de **30 Hz**.

AJUSTE del CONTRASTE del DISPLAY

Antes de cerrar el mueble, con el instrumento encendido, hay que ajustar con un destornillador el **trimmer R21** hasta a conseguir una adecuada visibilidad de los números en el **display** (el trimmer está situado en la parte izquierda de la tarjeta del display **LX.1601**, ver Fig.10).

NOTA: Si al encender el instrumento no aparece nada en el **display LCD** es debido a que el cursor del trimmer **R21** está ajustado a su valor **mínimo**.

Selección de medida en VOLTIOS o dB

Pulsando el botón **Select (P2)** durante **un segundo** en el panel frontal se ilumina el **diodo LED dB**, indicando que el instrumento está listo para realizar medidas en **decibelios**. En el display aparece un número seguido de una **flecha** (ver Fig.22).

A continuación hay que pulsar durante **un segundo** el botón **Zero dB (P1)**. El valor de la

tensión expresado en **voltios** seguido por la **flecha** es sustituido por el número **0,0** seguido por un signo **-** o **+** y por **dB**, indicando que el valor de la tensión ahora coincide con el valor **0 dB** (ver Fig.23).

Para volver a presentar las medidas en **voltios** hay que realizar las siguientes operaciones:

Pulsar el botón **Select** durante **un segundo**, en el display aparece el valor en **voltios**. Volver a pulsar el botón **Select** durante **un segundo**, en el display aparece ahora el valor de la **resistencia de carga**.

Pulsar nuevamente el botón **Select** durante **un segundo**, por fin aparece en el display el valor en **voltios**. Como se puede observar pulsando sucesivamente el botón **Select** va cambiando la **unidad de medida** seleccionada.

UTILIZACIÓN del INSTRUMENTO

Después de utilizar un par de veces el instrumento os daréis cuenta de lo sencillo que es realizar cualquier tipo de **medida**, ya que tenemos a nuestra disposición un **Generador BF** cuya frecuencia puede ser leída directamente gracias al **Frecuencímetro digital** que presenta directamente el valor en el **display LCD** del panel frontal, obteniendo la señal en los dos conectores **BNC OUTPUT 600 ohm** y **OUTPUT 2-32 ohm**.

La señal presente en el **BNC 2 OUTPUT 600 ohm** es de **baja potencia**. Puede aplicarse a la **entrada** de un **preamplificador**, de un **control de tonos**, de un **atenuador** o de un **ecualizador RIAA**. La señal **BF** presente en la **salida** de estos dispositivos puede aplicarse al **BNC 1 Volt Inp**.

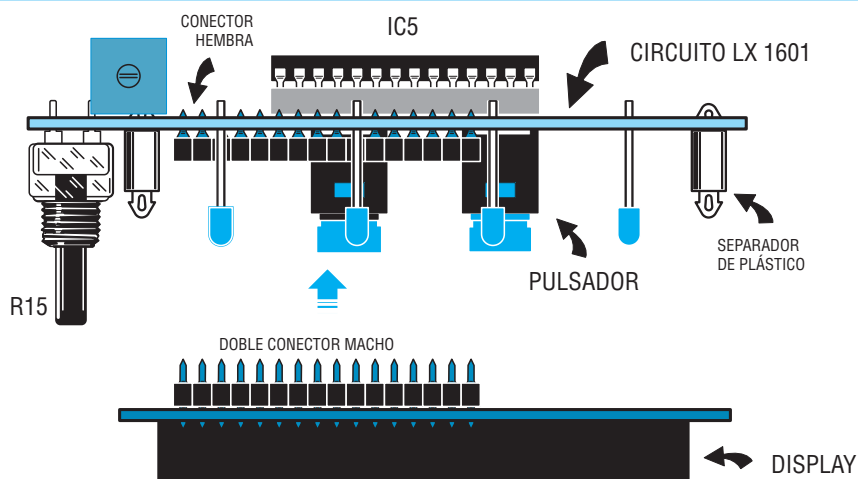


Fig.17 Después de soldar el doble conector macho en el impreso del Display, como se muestra en la Fig.16, los terminales del otro lado deben enchufarse en el conector a hembra instalado el circuito impreso LX.1601 (ver Fig.10).

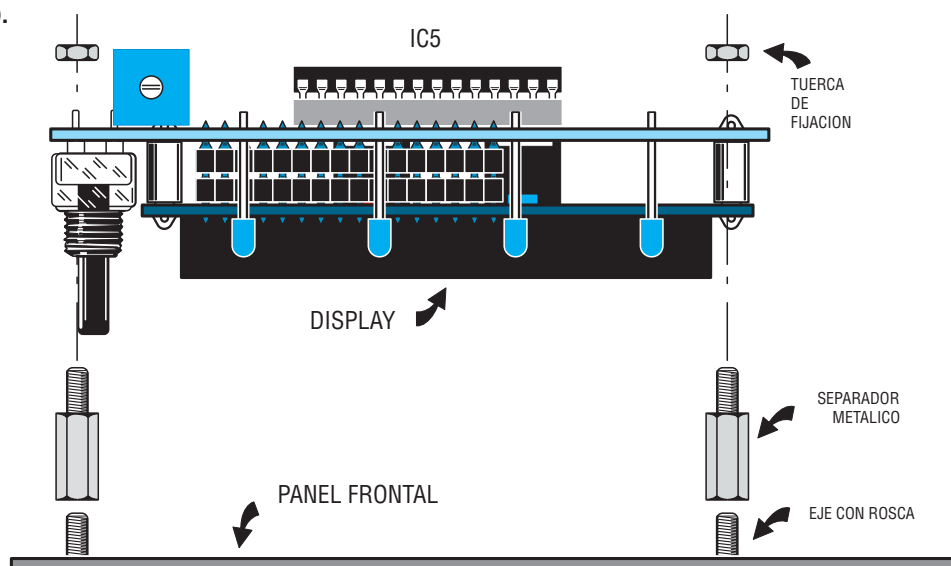


Fig.18 Para fijar el bloque completo en el panel frontal del mueble, una vez montado el display en el circuito impreso, en primer lugar hay que instalar los separadores metálicos en los ejes con rosca presentes en el panel frontal. Después de montar el impreso en el panel frontal hay que fijar el conjunto con las tuercas suministradas.

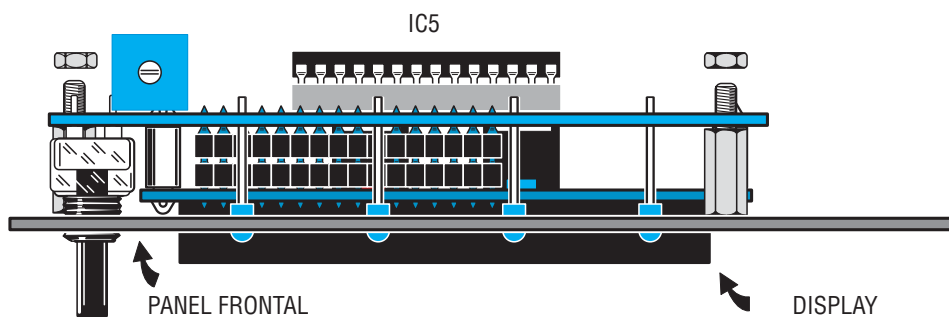


Fig.19 Como se indica en el texto del artículo, antes de soldar los terminales de los diodos LED en el circuito impreso del Display hay que verificar que los terminales más largos, es decir los Ánodos (ver Fig.8), estén alojados en los agujeros marcados con la letra A (ver parte superior de la Fig.10).

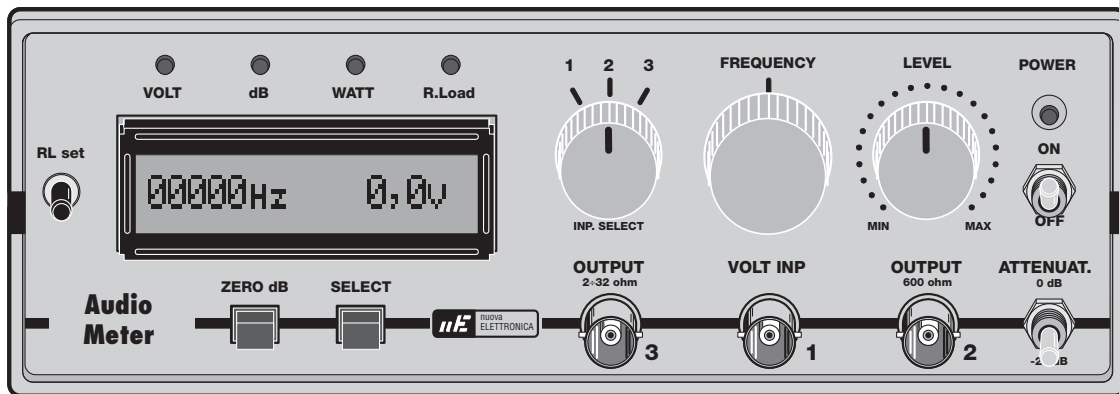


Fig.20 Panel frontal del Audio-Meter. El pulsador SELECT, situado bajo el display, permite seleccionar la medida a realizar. La medida seleccionada se indica mediante el encendido del diodo LED correspondiente.

Ajustando el mando **Inp. Select** a la posición **1** se lee la **amplitud** de la señal que sale de estos dispositivos en relación a la **frecuencia** de la señal aplicada, que puede variar de **30 a 30.000 Hz**. Girando el mando **Inp. Select** a la posición **2** se puede leer la **diferencia** entre la amplitud de la señal de **entrada** y la señal de **salida**, tanto en **voltios** como en **dB**. La señal presente en el **BNC 2 OUTPUT 2-32 ohm** es de **media potencia**. Puede aplicarse a la **entrada** de un **amplificador Hi-Fi** o de un **filtro pasivo cross-over** para controlar la frecuencia de corte. La señal **BF** presente en la **salida** de estos dispositivos puede aplicarse al **BNC 1 Volt Inp**. Ajustando el mando **Inp. Select** a la posición **1** se lee la **amplitud** de la señal que sale de estos dispositivos en relación a la **frecuencia** de la señal aplicada, que puede variar de **30 a 30.000 Hz**. Girando el mando **Inp. Select** a la posición **3** se puede leer la **diferencia** entre la amplitud de la señal de **entrada** y la señal de **salida**, tanto en **voltios** como en **dB**.

La señal aplicada a la entrada de los dispositivos bajo **prueba** puede variarse en **amplitud** actuando sobre el potenciómetro **Level**. Además, si al nivel **mínimo** la señal es demasiado elevada para el dispositivo a probar, se puede **atenuar** aún más posicionando la palanca del conmutador **S2** en **-20 dB** (la amplitud de la señal se reduce **10 veces** en **tensión**).

En las páginas siguientes proponemos algunos ejemplos prácticos en los que se puede apreciar la gran versatilidad de este **instrumento de medida**.

PRECIO de REALIZACIÓN

LX.1600: Precio de todos los componentes necesarios para realizar la etapa base del **Audio-Meter LX.1600** (ver Figs.9-11), incluyendo el circuito impreso, los potenciómetros, el conmutador rotativo con su correspondiente mando de control, **3 BNCs** y la etapa de alimentación completa, **excluido únicamente el mueble de plástico141,70€**

LX.1601: Precio de todos los componentes necesarios para realizar la etapa **Display** mostrada en la Fig.10, incluyendo el circuito impreso, el display **LCD**, el trimmer **R15**, los circuitos integrados, el cuarzo y los separadores de plástico para fijar el display**80,35 €**

MO.1600: Precio del **mueble** de plástico (ver fotografía de cabecera) con panel frontal de aluminio **serigrafiado** y **perforado**, y panel posterior**52,70 €**

Precio de las puntas de prueba compuestas por **cable coaxial** tipo **RG1.102** (1 metro), conector **BNC** y **2 puntas de cocodrilo****5,80 €**

CC.1600: Circuito impreso.....**27,85 €**

CC.1601: Circuito impreso.....**7,70 €**

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

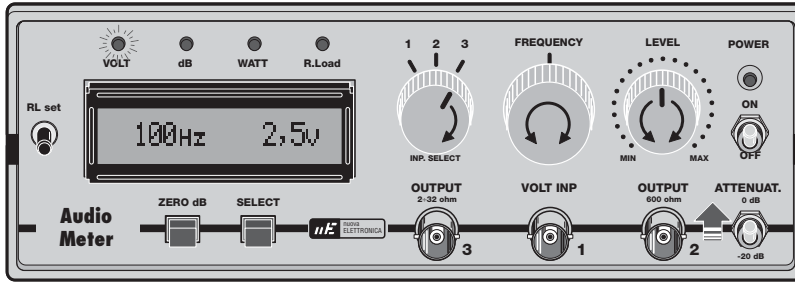


Fig.21 Poniendo el mando INP. SELECT en la posición 1 se lee la amplitud de la señal conectada al BNC 1. En las posiciones 2 y 3 se lee la amplitud de la señal presente en el BNC 2 y en el BNC 3, respectivamente (ver esquema eléctrico de la Fig.2).

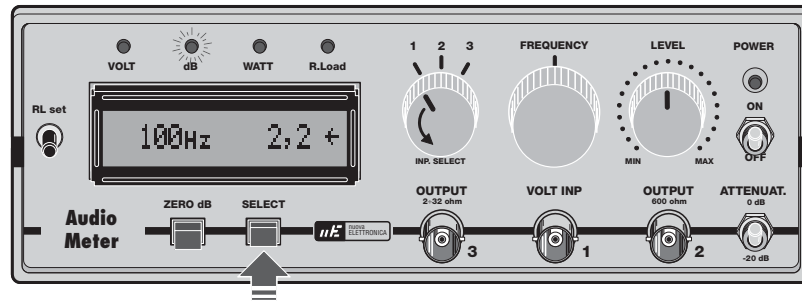


Fig.22 Presionando el pulsador SELECT durante 1 segundo se activa el Diodo LED dB, en el display se muestra un número seguido de una flecha. Si ahora accionamos el pulsador ZERO dB, durante al menos 1 segundo, se muestra el valor 0,0-dB.

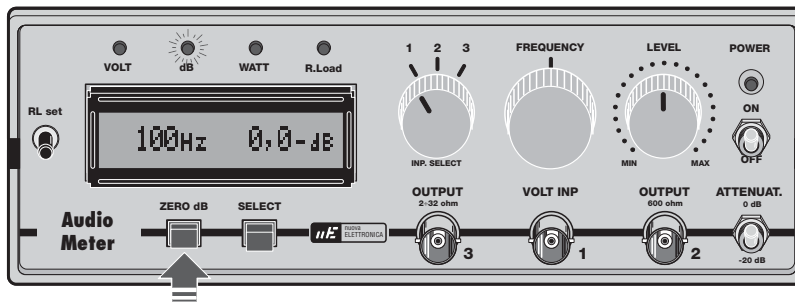


Fig.23 Una vez realizada la puesta a cero a través del pulsador ZERO dB solo hay que mover el mando FREQUENCY para ver como varía el valor de la atenuación del circuito a probar en función de la frecuencia aplicada.

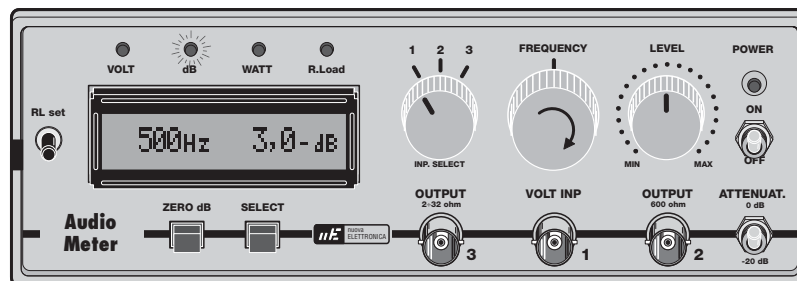
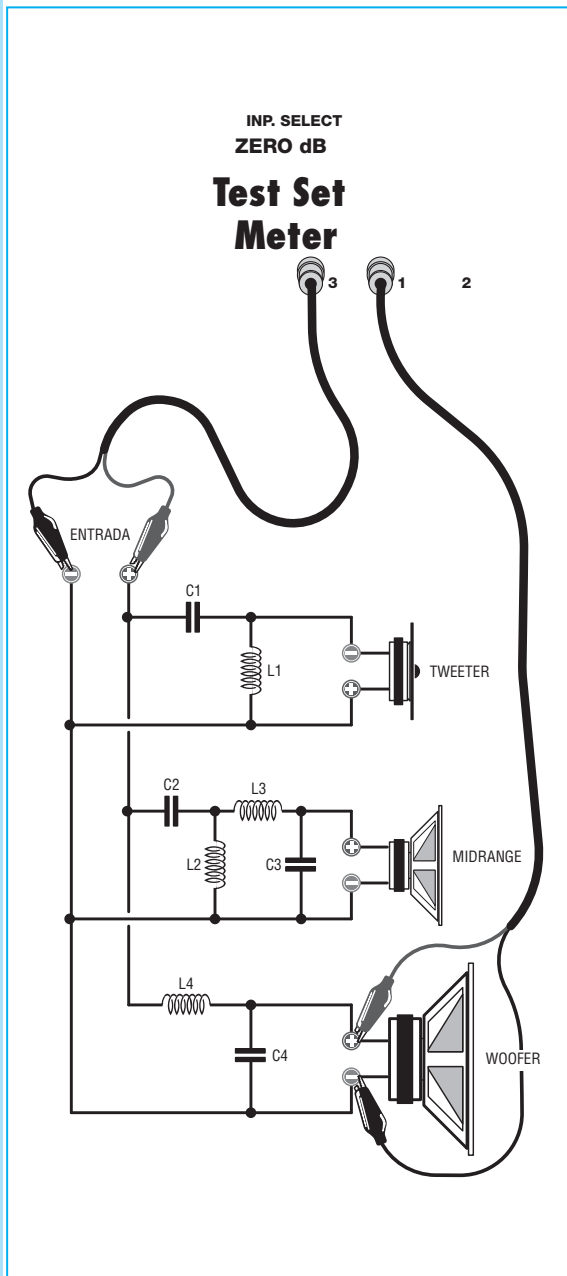


Fig.24 Para controlar la banda pasante de un preamplificador, de una etapa final o de un filtro cross-over, solo hay que mover el mando FREQUENCY y controlar la frecuencia en la cual la señal comienza a reducirse. Las medidas se pueden realizar en voltios o en dB.



Para analizar **filtros cross-over** hay que tener presente que incluyen un filtro **paso-bajo** para el altavoz de los bajos (**Woofer**), un filtro **pasa-banda** para el altavoz de los medios (**Midrange**) y un filtro **paso-alto** para el altavoz de los agudos (**Tweeter**). Si en las salidas no están conectados los **altavoces** hay que conectar una **carga resistiva** con un **valor óhmico** igual al del altavoz correspondiente.

Para realizar la medida hay que conectar un cable del **BNC OUTPUT 2-32 ohm** del instrumento a la **entrada del filtro** y un segundo cable conectado a los terminales del **altavoz** y a la **entrada Volt Inp** del instrumento (ver figura adjunta).

El mando **Inp. Select** ha de ajustarse en la posición **3** y el conmutador **Attenuat** en la posición **0 dB**. Después de encender el instrumento hay que ajustar el mando **Frequency** a una frecuencia de unos **100 Hz** y el mando **Level** a una tensión de unos **2,5 voltios** (ver Fig.21).

Ahora hay que poner el mando **Inp. Select** a la posición **1**. En el display aparece la tensión, en voltios, medida en la **salida del filtro** (por ejemplo **2,2 voltios**).

Si ahora pulsamos durante **un segundo** el botón **Select** se encenderá el **diodo LED dB** y aparecerá el **valor (2,2)** seguido por una **flecha** (ver Fig.22). A continuación hay que pulsar durante **un segundo** el botón **Zero dB**. Como consecuencia el **valor (2,2)** y la **flecha** son reemplazados por **0,0-dB** (ver Fig.23).

Por último solo queda ajustar el mando **Frequency** aumentando la frecuencia hasta conseguir un valor de **atenuación de 3,0-dB** (ver Fig.24): Esta es la **frecuencia de corte** del primer filtro. Ya solo queda repetir el procedimiento para el resto de filtros.

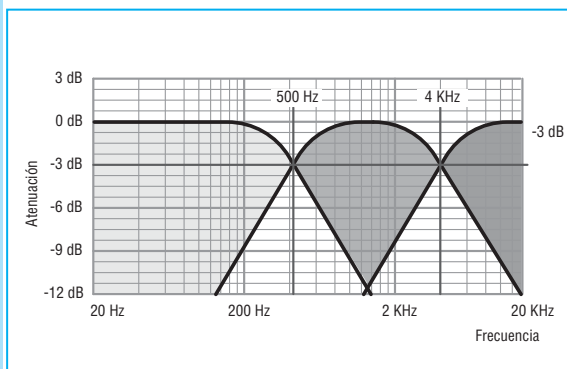


Fig.25 Para determinar el valor de la frecuencia de corte de los tres filtros incluidos en un filtro **cross-over** hay que aplicar la señal del **BNC 3 OUTPUT 2-32 OHM** a la entrada del filtro y aplicar la señal presente en los contactos de cada altavoz (**Woofer-Midrange-Tweeter**) al **BNC 1 VOLT INP**. Moviendo el mando **FREQUENCY** se puede ver la frecuencia a la que la señal comienza a reducirse en los 3 filtros.

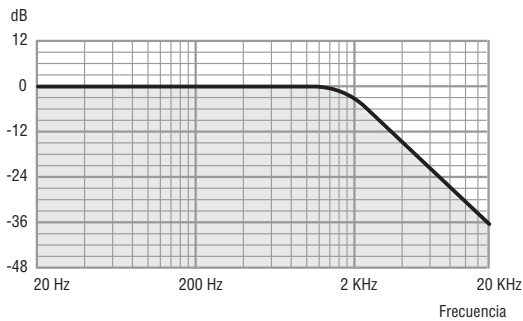


Fig.26 Para medir un filtro activo hay que aplicar la señal del BNC 2 OUTPUT 600 OHM a la entrada del filtro y aplicar la señal presente en la salida del filtro al BNC 1 VOLT INP. En esta imagen se muestra el gráfico de comportamiento de un filtro paso-bajo con una frecuencia de corte en torno a 2 KHz.

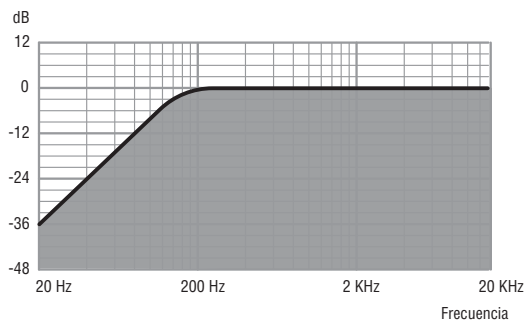


Fig.27 En un filtro paso-alto la señal tiene menor amplitud en las frecuencias más bajas, luego aumenta bruscamente en la frecuencia de corte, que en este ejemplo se encuentra en torno a 200 Hz.

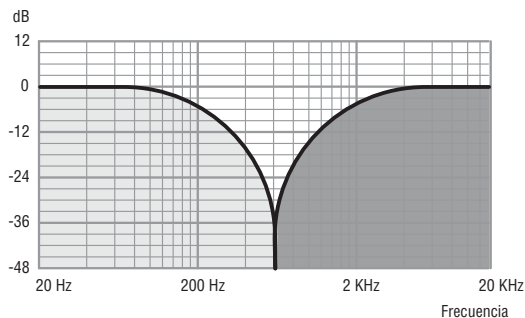
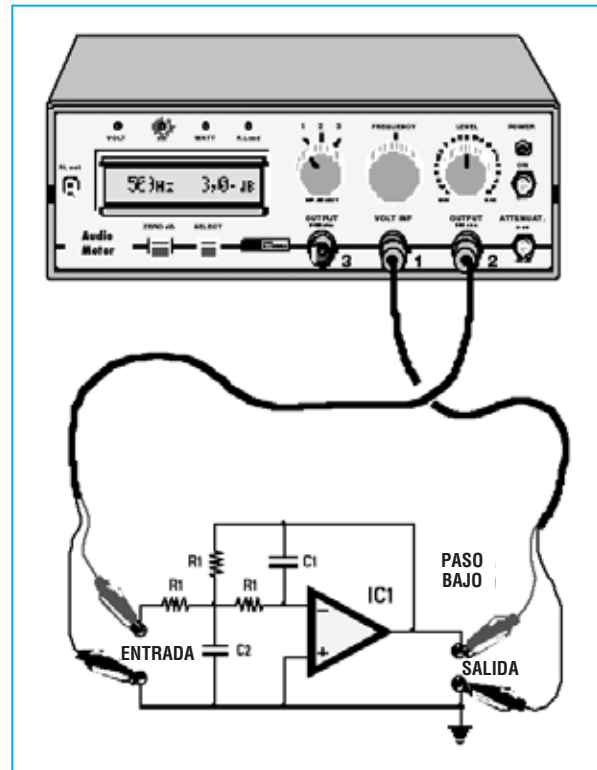


Fig.28 Para medir un filtro Notch es suficiente con mover el mando FREQUENCY. Cuando se encuentre la frecuencia a la que está sintonizado el filtro la señal se reducirá bruscamente.



Este instrumento también nos permite controlar la **atenuación** y la **frecuencia de corte** de filtros **paso-bajo**, **paso-alto**, **pasa-banda** y **Notch** (activos y pasivos), muy utilizados en circuitos electrónicos.

La señal a aplicar en la **entrada del filtro** se obtiene del **BNC OUTPUT 600 ohm** de nuestro instrumento, mientras que la **salida del filtro** se ha de conectar al **BNC Volt Inp** (ver imagen adjunta).

La medida de la atenuación suele expresarse en **dB**. Para obtener el valor en esta unidad hay que presionar durante **un segundo** el pulsador **Select** tantas veces como sea necesario hasta que se encienda el **LED dB**.

A continuación hay que pulsar durante **un segundo** el botón **Zero dB**. Como consecuencia se muestra el valor **0,0-dB** (ver Fig.23).

Ahora, girando el mando **Frequency** se observará como para diferentes valores de **frecuencia** varía la **atenuación**.

Medir la IMPEDANCIA de un ALTAVOZ

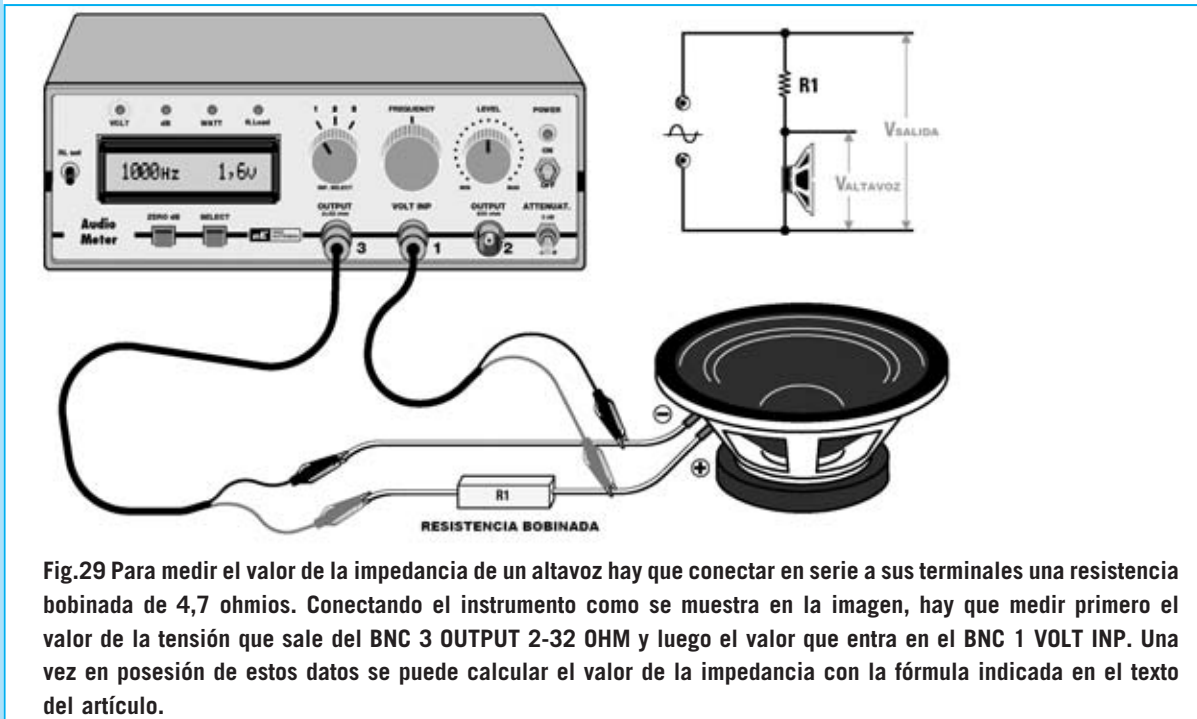


Fig.29 Para medir el valor de la impedancia de un altavoz hay que conectar en serie a sus terminales una resistencia bobinada de 4,7 ohmios. Conectando el instrumento como se muestra en la imagen, hay que medir primero el valor de la tensión que sale del BNC 3 OUTPUT 2-32 OHM y luego el valor que entra en el BNC 1 VOLT INP. Una vez en posesión de estos datos se puede calcular el valor de la impedancia con la fórmula indicada en el texto del artículo.

Normalmente la **impedancia** de un altavoz se encuentra serigrafiada sobre su cuerpo. Ahora bien, si esta información **no aparece** es fundamental determinar el valor de su impedancia, ya que la utilización de altavoces con impedancia inadecuada puede causar serios **problemas** en una **etapa final de potencia**.

Para determinar el valor de la impedancia de un altavoz, que suele ser de **2, 4, 8 o 16 ohmios**, aconsejamos conectar en serie a sus terminales una **resistencia bobinada** de valor conocido, por ejemplo de **4,7 ohmios 5 vatios** (ver Fig.29).

La medida se realiza a partir del valor de la **tensión** presente en la toma **BNC OUTPUT 2-32 ohm**, que podemos denominar **VSalida**, y del valor de **tensión** presente en los **contactos del altavoz**, que podemos denominar **VAltavoz**.

Para conocer el valor de **VSalida** hay que poner el mando **Inp. Select** en la posición **3**, mientras que para conocer el valor de **VAltavoz** hay que poner el mando **Inp. Select** en la posición **1**.

Una vez medidos los valores **VSalida** y **VAltavoz** se puede determinar el valor de la **impedancia** del altavoz utilizando la siguiente fórmula:

ZAltavoz = ohmios R1: (VSalida - VAltavoz) x VAltavoz

ZAltavoz: Impedancia del altavoz en **ohmios**

R1: Resistencia de **4,7 ohmios** conectada en serie

VSalida: Tensión proporcionada por el **Generador**
VAltavoz: Tensión en los contactos del **altavoz**

Una vez conectada la resistencia de **4,7 ohmios** en serie al **altavoz**, como se muestra en la Fig.29, hay que ajustar el potenciómetro **Frequency** para leer una frecuencia de unos **1.000 Hz**, ya que es este el valor de **frecuencia** utilizado para realizar este tipo de medidas.

Ahora hay que poner el mando **Inp. Select** en la posición **3** y ajustar el mando **Level** para leer en el display **2,5 voltios**. Este valor es el que utilizaremos como **VSalida** en la **fórmula** de cálculo.

Por último solo queda poner el mando **Inp. Select** en la posición **1**. Para los valores estándar de impedancia se obtendrán los siguientes valores de **VAltavoz**:

- 0,7 voltios** para altavoces de **2 ohmios**
- 1,1 voltios** para altavoces de **4 ohmios**
- 1,6 voltios** para altavoces de **8 ohmios**
- 1,9 voltios** para altavoces de **16 ohmios**

En efecto, insertando en la fórmula una tensión **VAltavoz** de **1,6 voltios** y aplicando todos los demás datos conocidos se obtiene:

$$4,7 : (2,5 - 1,6) \times 1,6 = 8,35 \text{ ohmios}$$

que se redondea al valor estándar de **8 ohmios**.

Medir la FRECUENCIA de RESONANCIA de un ALTAVOZ

Cuando los altavoces de los **Bajos (Woofer)** entran en funcionamiento, su cono, de amplias dimensiones, **comprime** hacia **delante** una notable cantidad de aire, produciéndose en su parte **trasera** una **descompresión** que, a una determinada **frecuencia**, genera un fenómeno conocido como **resonancia mecánica**.

Cuando el altavoz está trabajando en su **frecuencia de resonancia** se produce una **vibración** y el valor de su **impedancia aumenta de 6 a 7 veces**. Por lo tanto si tenemos un altavoz que tiene una impedancia de **8 ohmios** cuando tiene que reproducir las frecuencias acústicas correspondientes a la **frecuencia mecánica de resonancia** de su cono su impedancia pasa bruscamente a un valor de **40-50 ohmios** (ver curva A). En estas condiciones el **rendimiento sonoro** del altavoz se reduce notablemente.

Para analizar la variación de la **impedancia** de un **altavoz** en función de la **frecuencia** hay que conectarlo como se muestra en la Fig.29. A continuación hay que girar el mando **Frequency** partiendo del **mínimo** hasta llegar al **máximo**. Se puede observar como en los altavoces de **frecuencias medias (Midrange)**, y más aún en los altavoces de **frecuencias bajas (Woofer)**, su **impedancia** varía al variar la **frecuencia**.

En efecto, la **tensión** en los contactos del altavoz (ver Fig.30) no permanece constante y aumenta **bruscamente** en correspondencia con la **frecuencia de resonancia**. Si, por ejemplo, vuestro altavoz tiene una **impedancia de 8 ohmios**, y por lo tanto la tensión **VAltavoz** tiene un valor de unos **1,5 voltios**, notaréis que sube bruscamente a unos **2,2 voltios**. En esta frecuencia se tiene una **atenuación acústica** de un **70%**.

Para evitar este inconveniente los altavoces se encierran dentro de una **caja acústica**, de este modo el **sonido** emitido frontalmente por el cono no **atenúa** el sonido emitido hacia atrás. Si la **frecuencia de resonancia** de un **Woofer** al **aire libre** tiene un valor de unos **50-60 Hz** (ver Fig.30, curva A) encerrándolo dentro de una **caja acústica** el valor sube ligeramente. Como se puede observar en la curva B el valor se desplaza a unos **70-80 Hz** y su **impedancia** baja a unos **18-20 ohmios**.

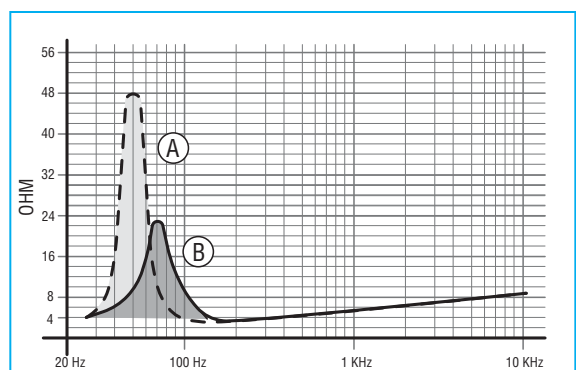


Fig.30 En los altavoces de los bajos (Woofer) y de los medios (Midrange) la frecuencia de resonancia hace aumentar el valor de su impedancia (ver curva A), reduciendo así el rendimiento sonoro. Para aumentarlo basta con instalar el altavoz dentro de una caja acústica (ver curva B).

Medir la BANDA PASANTE y el CONTROL de TONOS de un PREAMPLIFICADOR

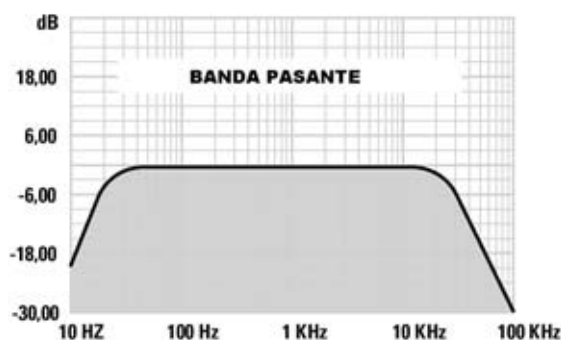
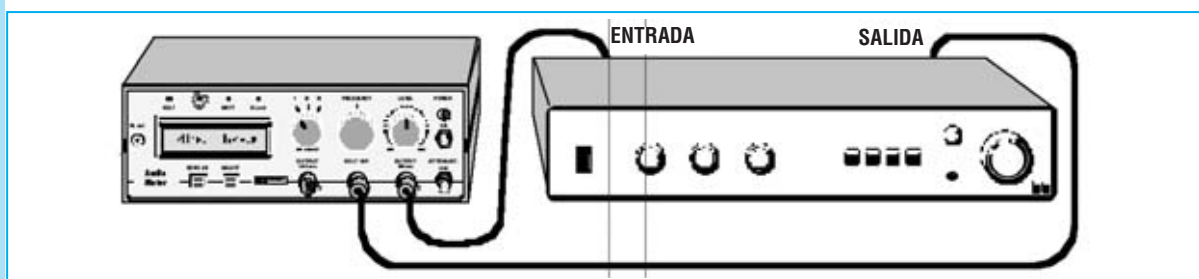


Fig.31 Conectado un preamplificador al Audio-Meter como se muestra en la imagen adjunta se puede controlar toda su banda pasante.

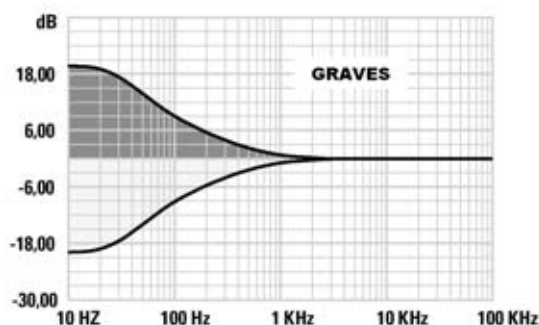


Fig.32 Actuando sobre el potenciómetro de los Graves las frecuencias que se acentúan o se reducen son las más bajas.

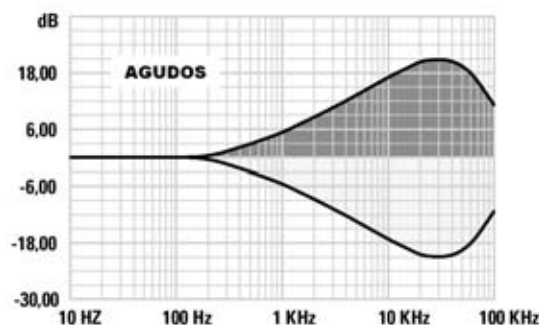


Fig.33 Actuando sobre el potenciómetro de los Agudos las frecuencias que se acentúan o se reducen son las más altas.

Para determinar la banda pasante de un amplificador hay que conectar el **BNC 2 OUTPUT 600 ohm** del **Audio-Meter** a la entrada **AUX** (auxiliar) del **preamplificador** y la salida del **preamplificador** a la entrada **Volt. Inp** del instrumento. Una vez realizadas las conexiones hay que seguir los siguientes pasos:

- Verificar que todos los **mandos de control de tonos y loudness** del preamplificador estén en posición **neutral**.

- Poner el mando **Inp. Select** del instrumento en la posición **2** y el conmutador **Attenuat** en la posición **0 dB**.

- Girar **completamente** hacia la **izquierda** el mando **Level** del instrumento, de este modo se reduce al mínimo la señal en la salida.

Después de encender el instrumento hay que ajustar el mando **Frequency** para obtener una frecuencia de unos **1.000 Hz** y el mando **Level** a un valor de unos **0,2 voltios**, evitando así **saturar** la entrada del preamplificador.

A continuación hay que poner el mando **Inp. Select** en la posición **1**, en el display se visualiza el valor de la tensión en la salida del preamplificador, por ejemplo **0,8 voltios**. Pulsando la tecla **Select** durante **1 segundo** veréis aparecer el valor **0,8** seguido de una **flecha**.

Ahora hay que pulsar la tecla **Zero dB** durante **1 segundo**, el valor **0,8** y la **flecha** son reemplazados por **0,0-dB**, indicando que la salida del preamplificador ahora coincide con el valor **0 dB**.

Partiendo de un valor de **1.000 Hz** hay que **reducir progresivamente** la frecuencia con el mando **Frequency** hasta alcanzar el valor correspondiente a una atenuación de **3 dB**. Este es el valor de la **frecuencia de corte inferior** del preamplificador. Por último, hay que volver a partir del valor de frecuencia de **1.000 Hz** y **aumentarla progresivamente** con el mando **Frequency** hasta alcanzar el valor correspondiente a una atenuación de **3 dB**. Este es el valor de la **frecuencia de corte superior** del preamplificador.

Medir la POTENCIA de una ETAPA FINAL

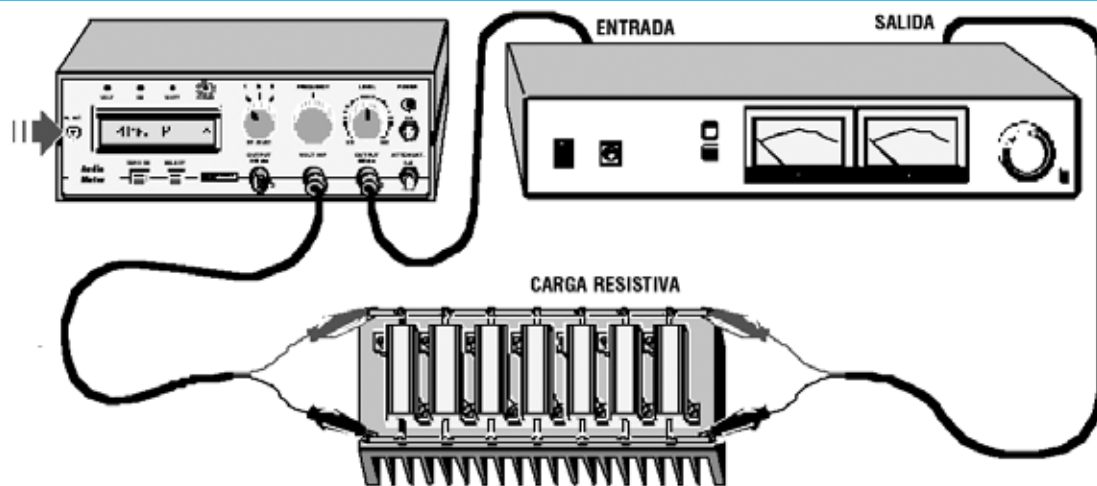


Fig.34 Para medir la potencia de salida de una etapa final hay que comenzar ajustando el potenciómetro RL SET de tal forma que se lea en el display el valor de la impedancia en ohmios de la caja acústica o de la carga resistiva conectada a la salida del amplificador.

Con este instrumento también es posible medir la potencia en **Vatios eficaces** de cualquier amplificador **BF**. En primer lugar hay que ajustar el mando **RL Set** (ver flecha indicadora) para que aparezca en el display el **valor óhmico** del **altavoz** o de la **caja acústica** conectada a la salida del amplificador.

Si vuestro amplificador utiliza un altavoz de **8 ohmios** hay que ajustar el mando **RL Set** para leer en el display **RL 8Ω**, mientras que si utiliza un altavoz de **4 ohmios** hay que ajustar el mando **RL Set** para leer en el display **RL 4Ω**.

A continuación hay que activar el diodo LED **R. Load** pulsando **3 veces** la tecla **Select**, manteniéndola pulsada cada vez al menos durante **1 segundo**.

Ahora hay que conectar la señal **BF** del **BNC 2 OUTPUT 600 ohm** del **Audio-Meter** a la **entrada** del **amplificador** y, mediante un cable coaxial, la toma **Volt. Inp** a los contactos del **altavoz** (o **caja acústica**).

Si el **sonido** producido por la caja acústica o por el altavoz es **muy alto** se puede sustituir por una **carga resistiva de potencia** de **4 u 8 ohmios**.

ATENCIÓN: Hay algunos amplificadores en los que **ningún contacto** del altavoz está conectado a **masa**, como ocurre con la mayoría. En este caso, ya que en nuestro instrumento la **masa** del **generador** y la **masa** del **voltímetro** están **interconectadas**, para impedir que se produzca un cortocircuito **no** hay que **conectar** la **punta de cocodrilo negra** que va a la masa del conector

BNC Volt. Inp del instrumento, **solo** hay que conectar a la **carga** la **punta de cocodrilo roja**. Para realizar las medidas hay que activar el diodo LED **WATT**, para lo cual hay que pulsar varias veces la tecla **Select** hasta que se encienda el LED, manteniéndola pulsada cada vez al menos durante **1 segundo**.

A continuación hay que poner el conmutador **Attenuat** en la posición **0 dB** y el mando **Inp. Select** del instrumento en la posición **1** para leer la potencia de salida del amplificador expresada en **vatios eficaces**.

Ajustando el potenciómetro **Level** se puede alcanzar el valor **máximo** de la **potencia** del amplificador. En esta condición se puede conocer la **amplitud máxima** de la señal a aplicar a la **entrada** para conseguir su máxima potencia de salida. Para realizar esta medida hay que pulsar varias veces la tecla **Select** hasta que se encienda el LED **VOLT**, manteniéndola pulsada cada vez al menos durante **1 segundo**, y poner el mando **Inp. Select** en la posición **2**.

Por último podemos ver como varía la **potencia** en función de la **frecuencia**. Para comenzar hay que ajustar el mando **Frequency** para leer en el display **1.000 Hz** y observar el valor de la potencia, ya que este es el valor de frecuencia utilizado para caracterizar un amplificador. Después, partiendo de una frecuencia de **50 Hz** se puede subir el valor progresivamente hasta **30.000 Hz** e ir observando el comportamiento de la **potencia**.