

# ELECTRÓNICA

**NUEVA**



**AUDIO-METER** para aplicaciones BF

**Sonido DIGITAL** con formato .WAV

**PROGRAMACIÓN** con microcontroladores ST7 LITE 09



**LOS MOTAJES MÁS POPULARES**  
Localizar los TERMINALES E-B-C de un TRANSISTOR  
Detector de campos eléctricos RF

**FELIZ AÑO 2005**



## DIRECCIÓN

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

**DIRECTOR EDITORIAL:**  
Eugenio Páez Martín

**Diseño Gráfico:**  
Paloma López Durán

**Redactor:**  
Roberto Quirós García

## SERVICIO TÉCNICO

Lunes y Miércoles de 17 a 20 h.  
Teléf.: 91 542 73 80

Fax: 91 559 94 17

**Correo Electrónico:**  
[tecnico@nuevaelectronica.com](mailto:tecnico@nuevaelectronica.com)

## SUSCRIPCIONES

### CONSULTAS

### PEDIDOS

Teléf.: 91 542 73 80

Fax: 91 559 94 17

**Correo Electrónico:**  
[comercial@nuevaelectronica.com](mailto:comercial@nuevaelectronica.com)

## PAGINA WEB:

[www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)

**FOTOMECÁNICA:**  
Videlec S.L.

Teléf.:(91) 375 02 70

**IMPRESIÓN:**  
IBERGRAPHI 2002  
C/ 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 | 45,60 Euros   |
| Susc. certificada | 70,60 Euros.  |
| Europa            | 73,80 Euros.  |
| América           | 143,00 Euros. |

Cupón de suscripciones y pedidos en  
página 37.

Nº 240

4,80 Euros. (Incluido I.V.A.)

Canarias, Ceuta y Melilla

[www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)

4,80 Euros (Incluidos portes)

# SUMARIO

## AUDIO-METER para aplicaciones BF



Las personas que realizan proyectos BF precisan de un amplio conjunto de instrumentos para realizar todas las medidas requeridas en este campo. Hoy presentamos el 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.

(LX.1600) ..... pag.4

## Sonido DIGITAL con formato .WAV



Los archivos con extensión .WAV contienen audio digitalizado para la reproducción de sonido en el ordenador sin ningún tipo de compresión. En este artículo se muestra la forma de generar archivos .WAV y su transformación en archivos BINARIOS para grabarlos en EPROM.

..... pag.30

## PROGRAMACIÓN con microcontroladores ST7 LITE 09 (4)



En este artículo retomamos los modos de direccionamiento, cuya exposición comenzó en el tercer artículo publicado en la revista N.233. En esta ocasión abordamos el direccionamiento relativo, modo utilizado en las instrucciones de salto relativo condicional e incondicional.

..... pag.52

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

## CATÁLOGO DE KITS ..... pag.60

## LOS MONTAJES MÁS POPULARES



**Localizar los TERMINALES E-B-C de un TRANSISTOR**  
Este circuito utiliza un microprocesador ST62T15 para identificar los tres terminales (Emisor, Base y Colector) de cualquier transistor. Además también determina si el transistor es de tipo PNP o NPN. Se trata de un montaje muy útil para poder utilizar transistores de los que desconocemos estas características.

(LX.1421) ..... pag.63



**Detector de campos eléctricos RF**  
Muchas comunidades científicas han manifestado que los intensos campos RF irradiados por las emisoras FM y por los repetidores telefónicos y de TV pueden resultar cancerígenos. Aunque para dichas señales se ha fijado un límite máximo de 6 voltios/metro, ¿cómo se pueden medir estos campos?

(LX.1435) ..... pag.67

# 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

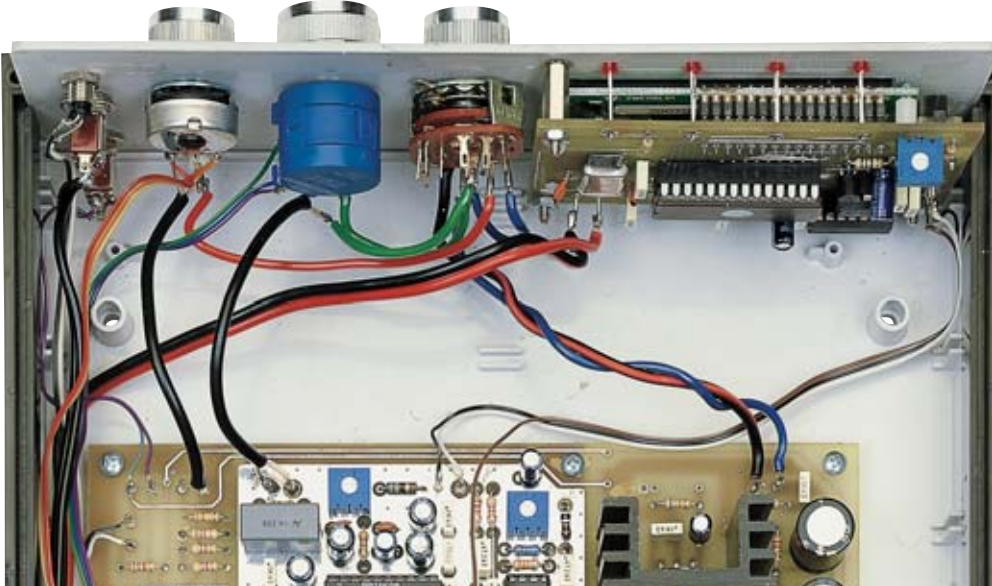


Fig.1 En esta fotografía se puede observar la parte interior del Audio-Meter LX.1600 donde se encuentran las conexiones entre el circuito impreso principal y los componentes del panel y la etapa del Display (ver Fig.10 y Fig.15).

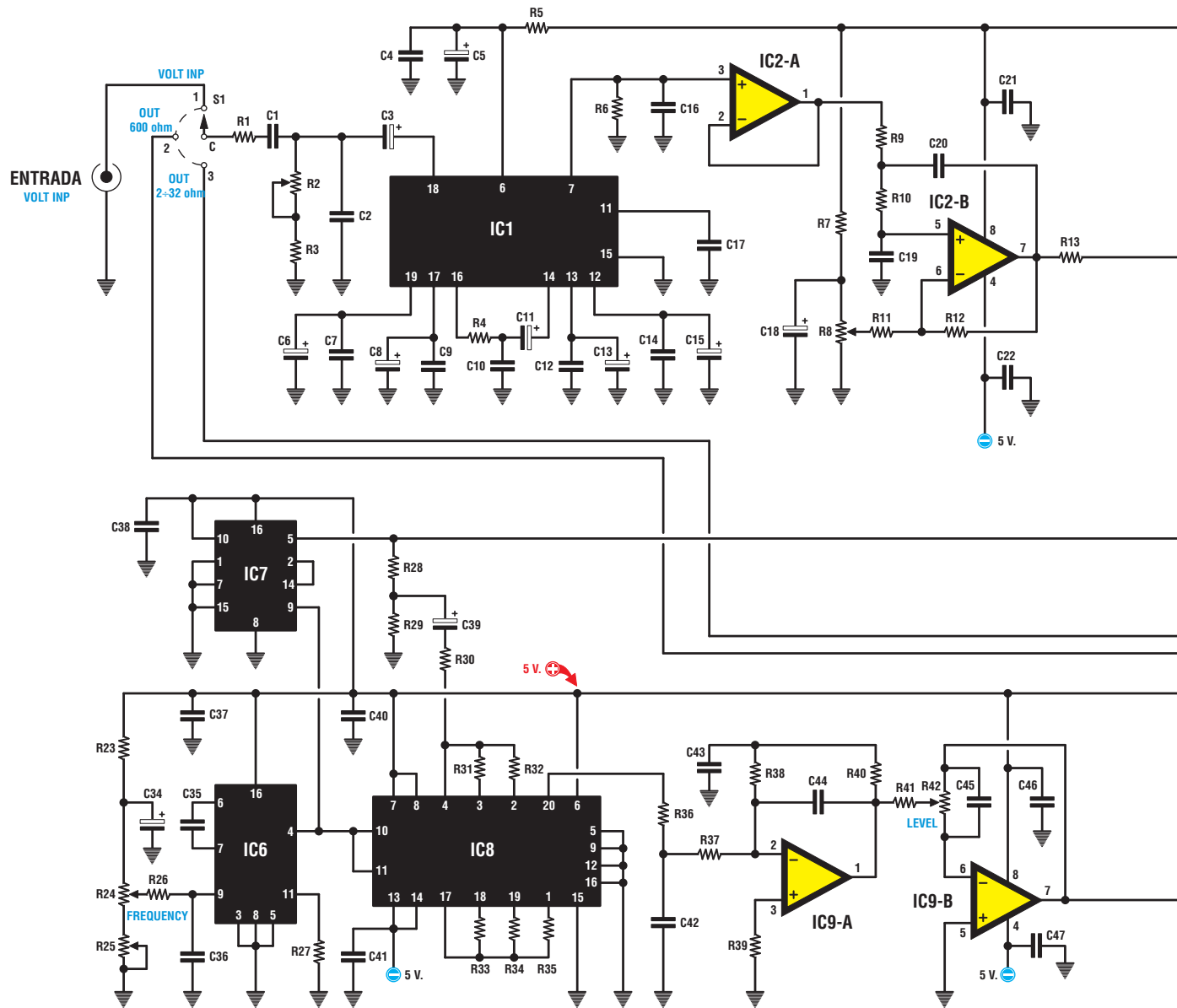
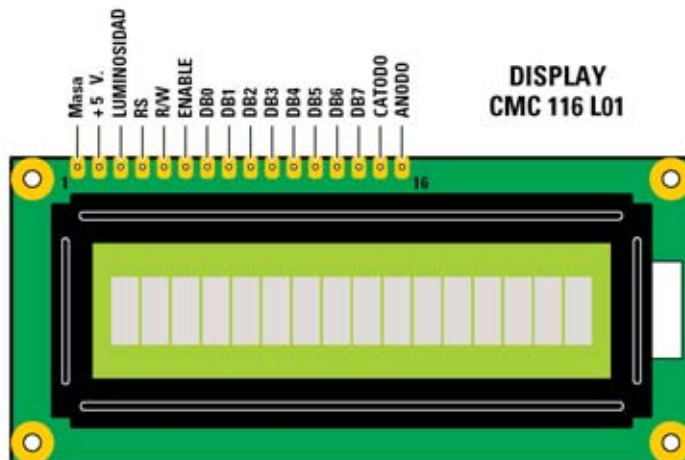


Fig.2 Esquema eléctrico completo del instrumento. Debido a la extensión del esquema la lista de componentes se encuentra en otra página.

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.



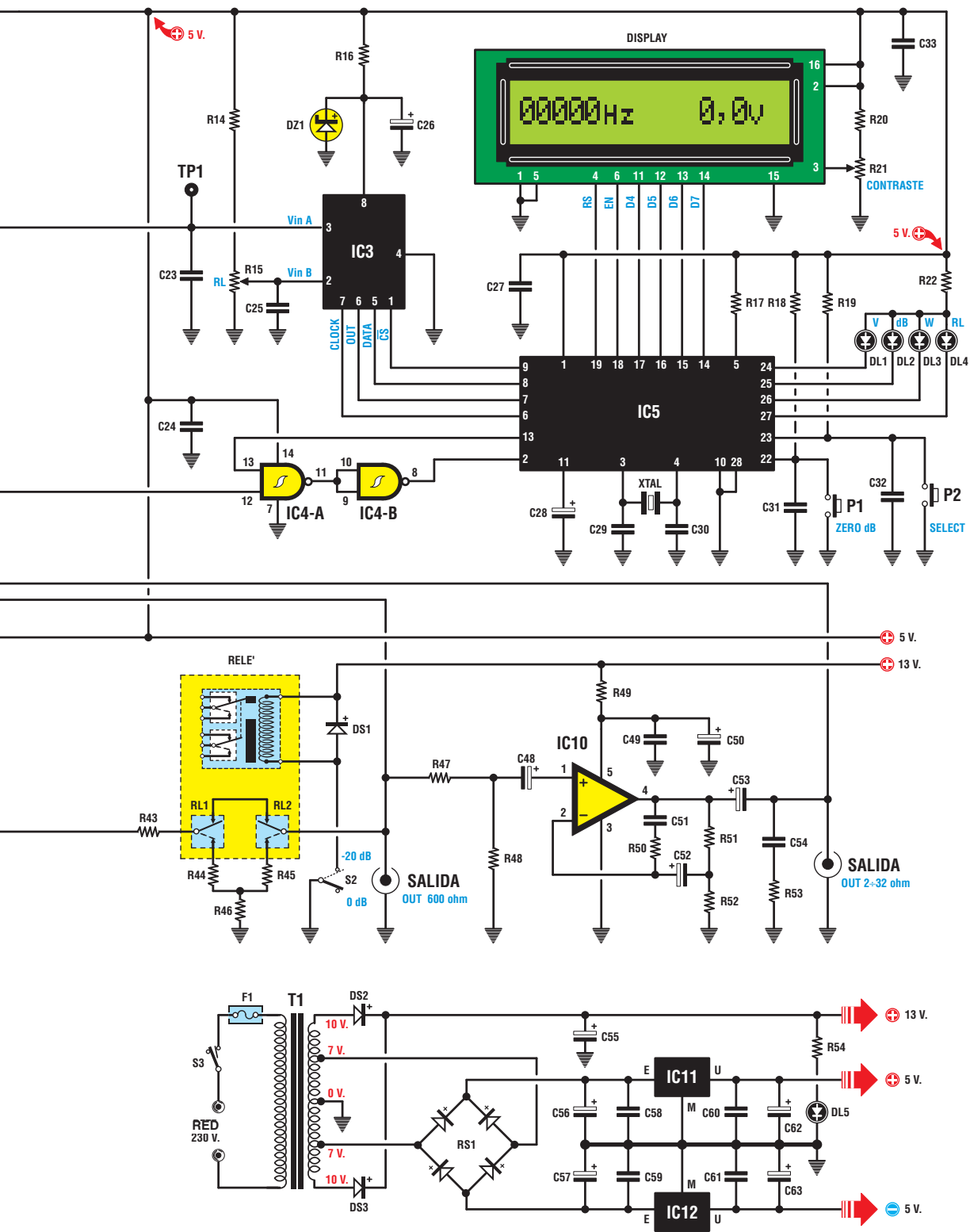


Fig.4 Esquema eléctrico de la etapa de alimentación. Esta etapa está incluida dentro del circuito impreso del Audio-Meter (ver Fig.9).

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:

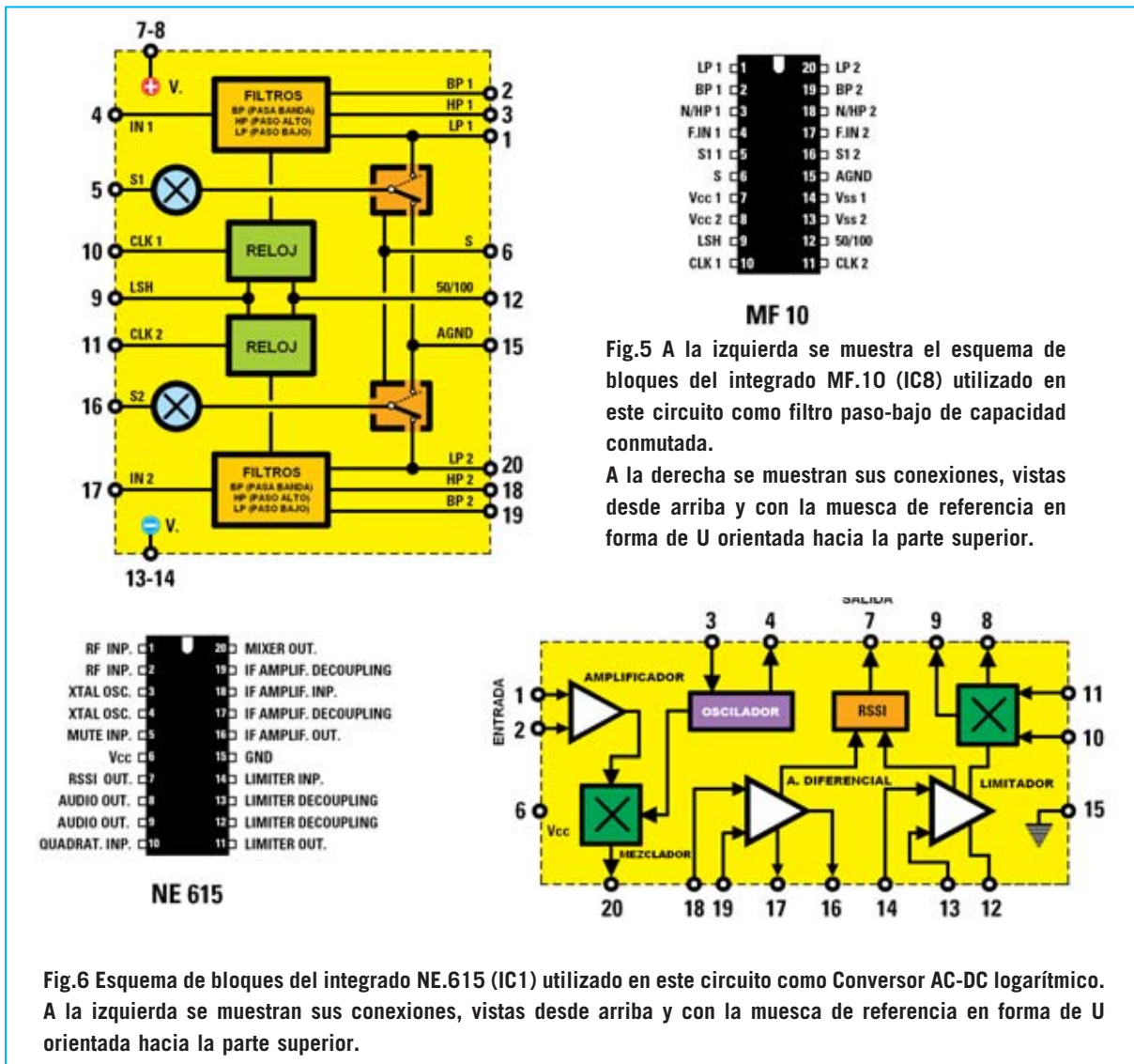
$$3.850.000 : 128 = 30.078 \text{ Hz}$$

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.



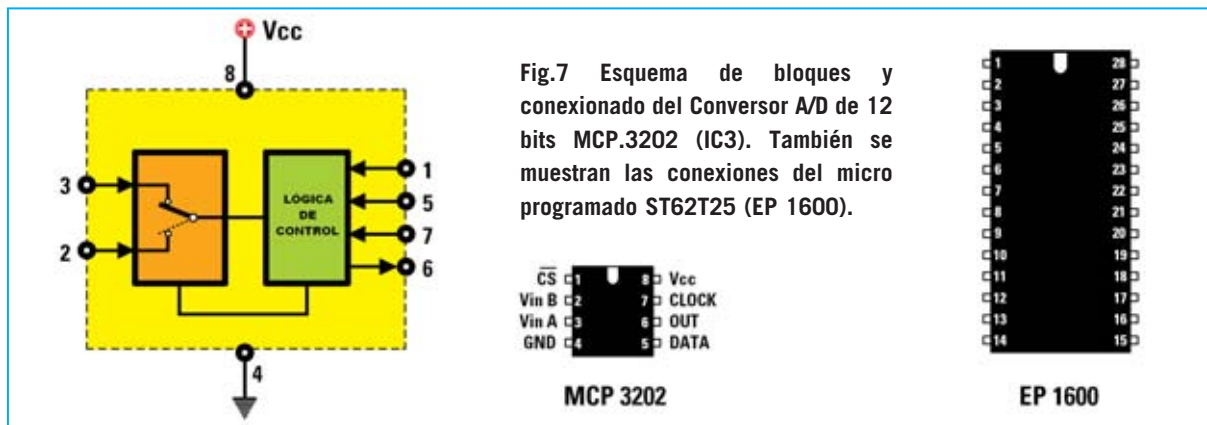


Fig.7 Esquema de bloques y conexionado del Conversor A/D de 12 bits MCP.3202 (IC3). También se muestran las conexiones del micro programado ST62T25 (EP 1600).

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.

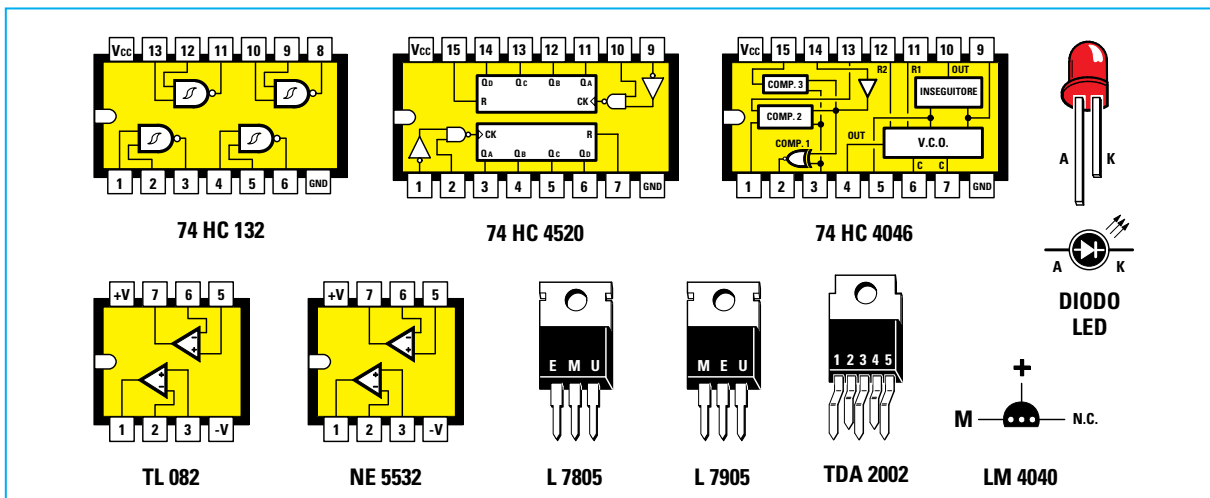
Continuando con la descripción, el integrado **IC1**, un **NE.615**, se utiliza como **Convertor AC-DC logarítmico**. En efecto, la **señal alterna** presente en el terminal **18** es transformada por el **NE.615** en una **tensión continua**, cuya amplitud tiene el valor de la tensión de **pico** de 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

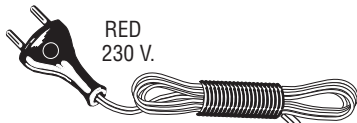
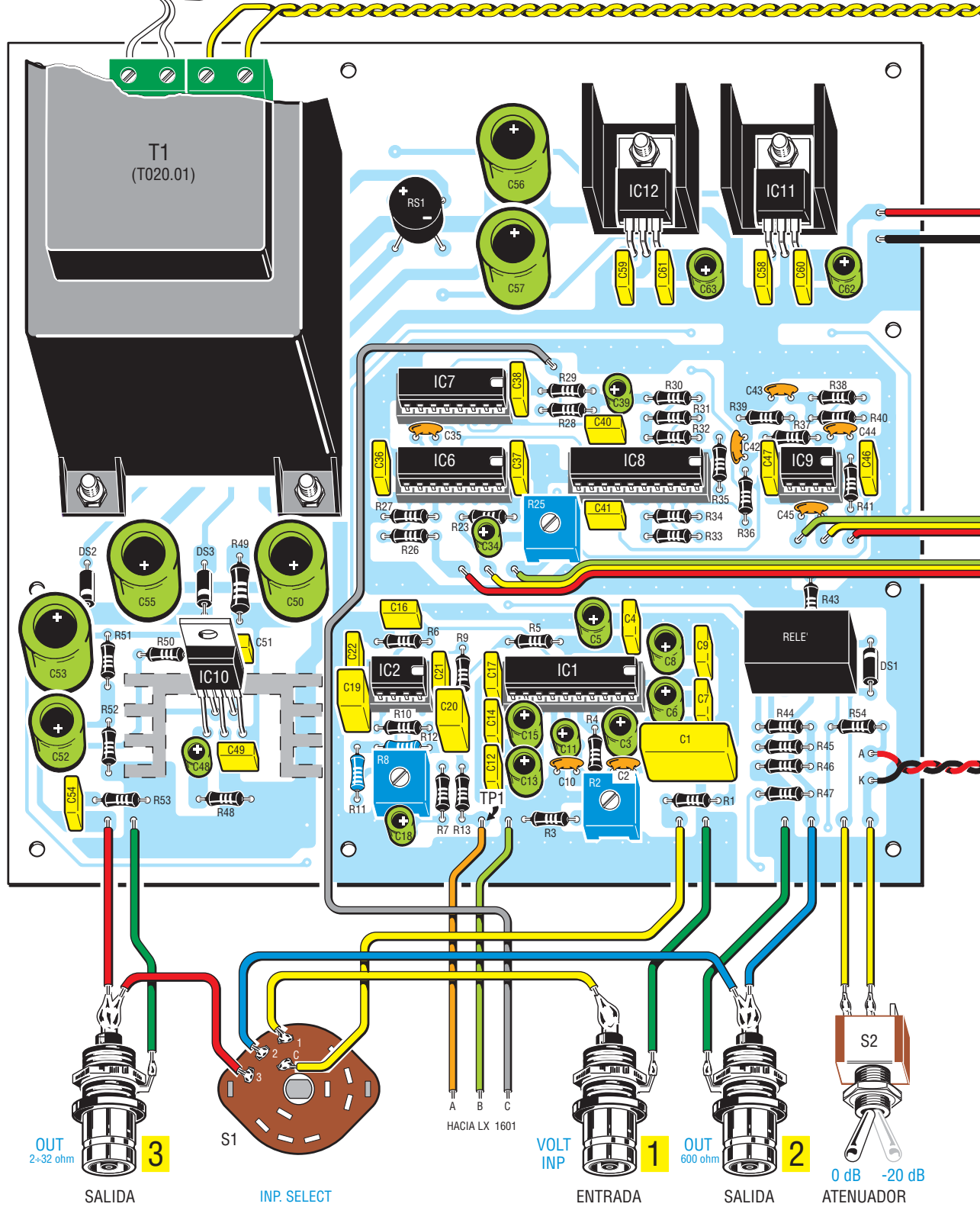
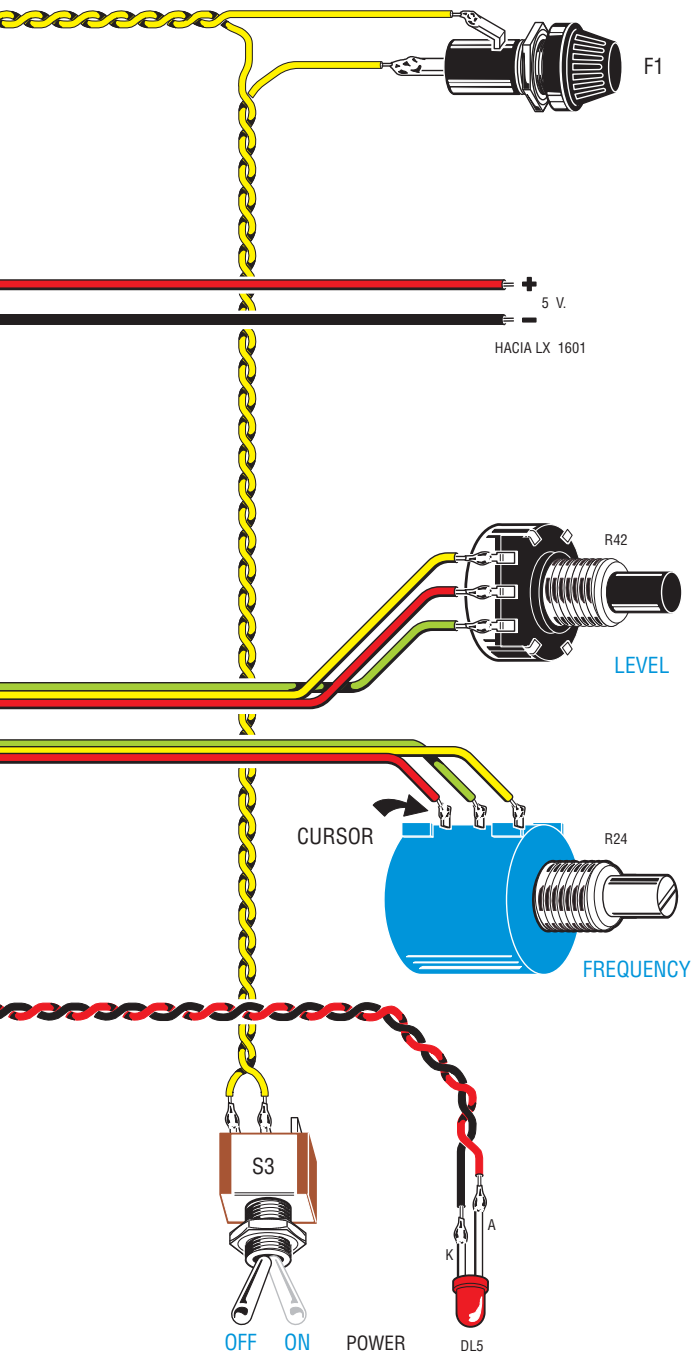


Fig.9 Esquema práctico de montaje del circuito base LX.1600. En la Fig.11 se reproduce la fotografía del circuito montado.





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**a. 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.

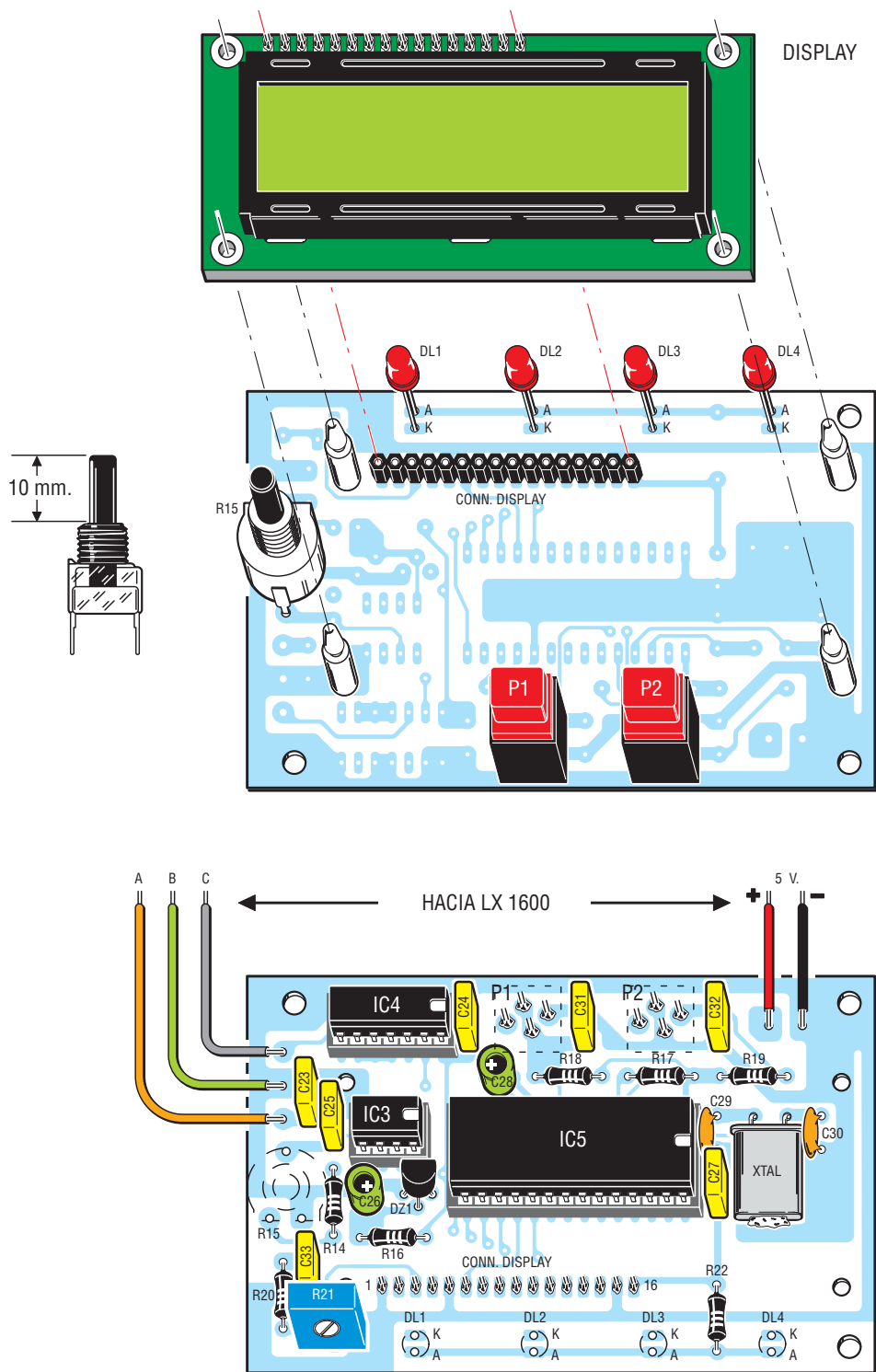


Fig.10 En el circuito impreso LX.1601, utilizado para el display LCD, los componentes se montan a ambos lados. En el esquema superior se pueden observar el conector para el display, los pulsadores P1-P2, los diodos LED y el potenciómetro R15, mientras que el esquema de la parte inferior se encuentran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

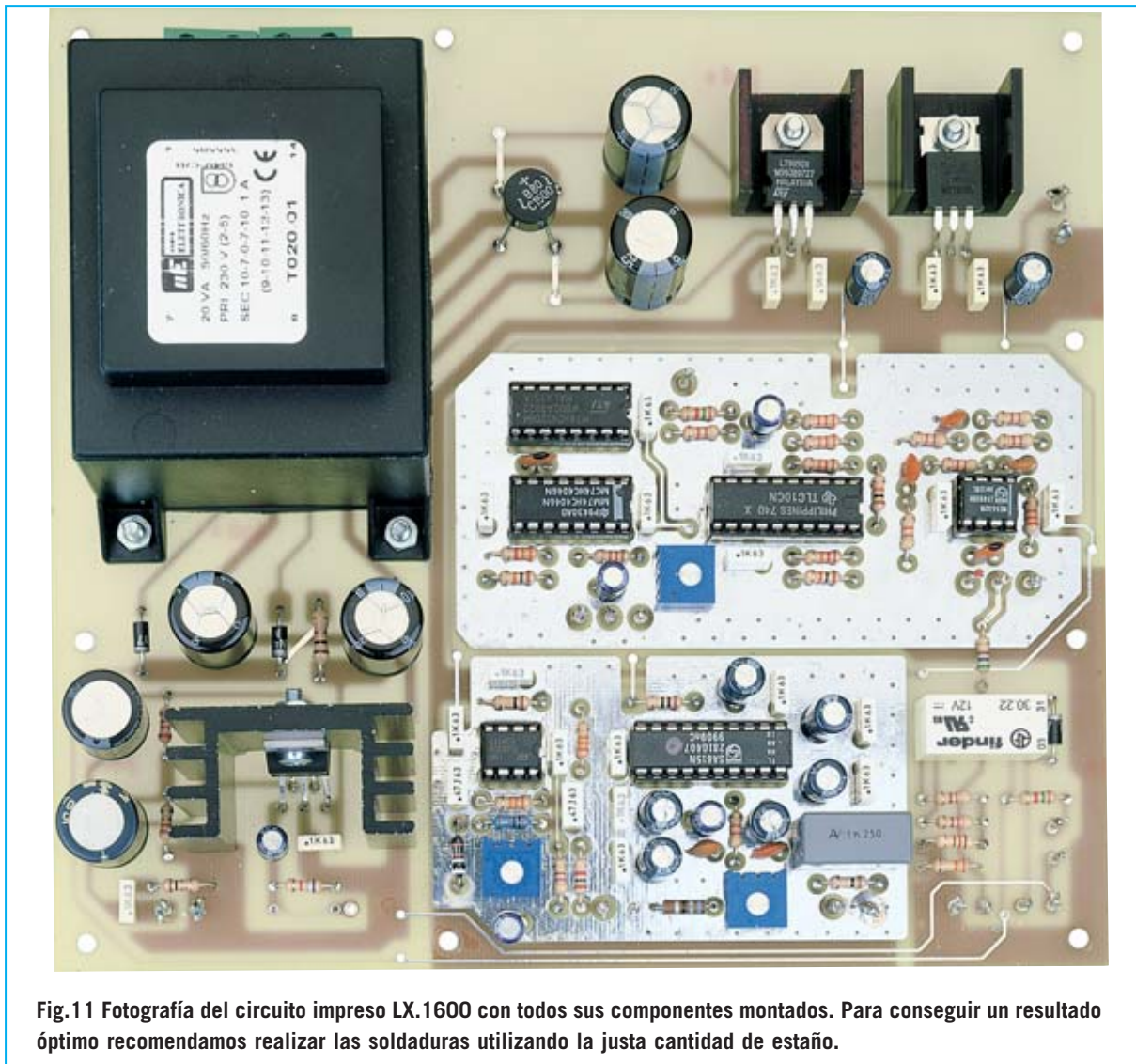


Fig.11 Fotografía del circuito impreso LX.1600 con todos sus componentes montados. Para conseguir un resultado óptimo recomendamos realizar las soldaduras utilizando la justa cantidad de estaño.

- 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



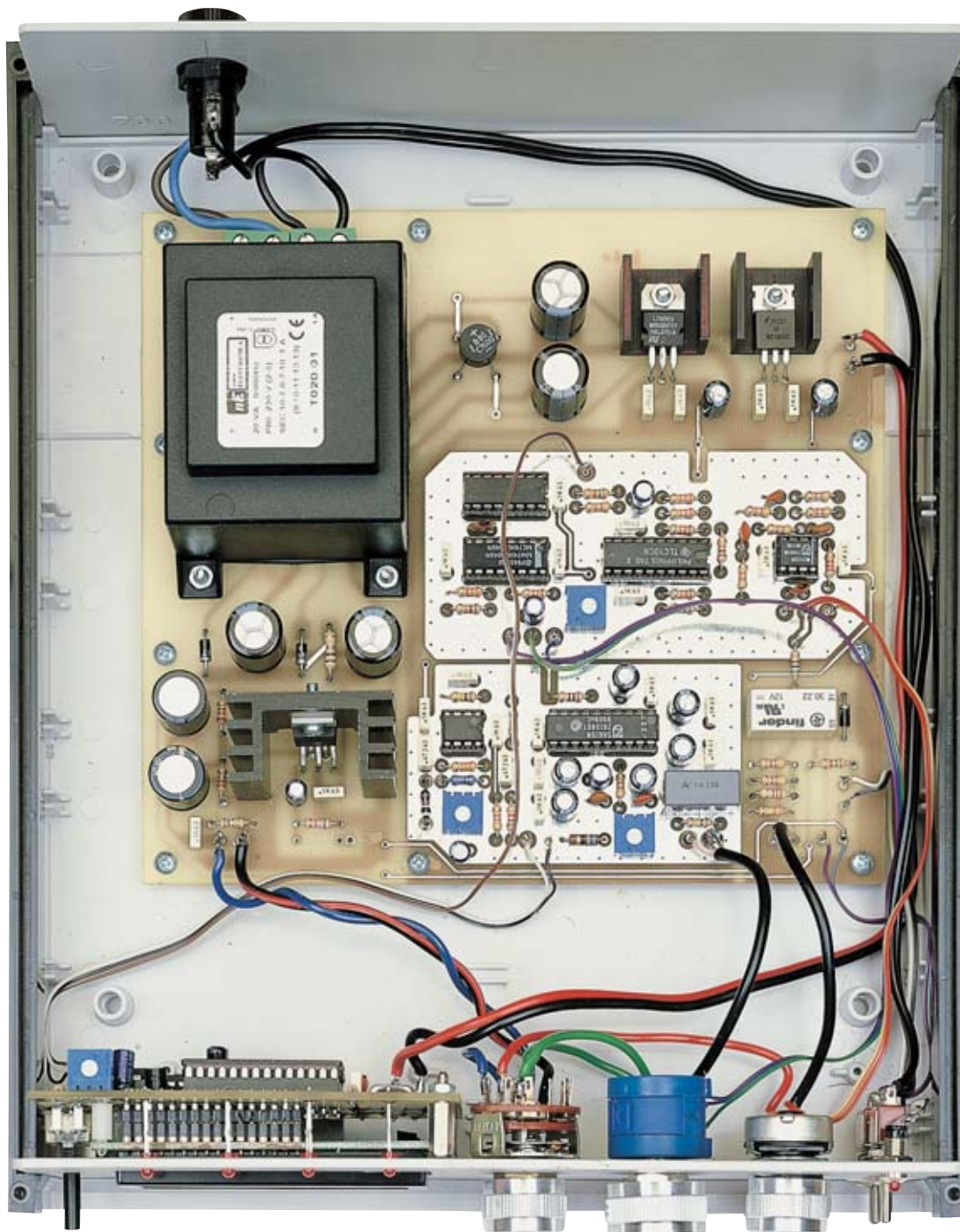


Fig.12 Después de montar todos los componentes del circuito impreso LX.1600 hay que fijarlo en la base del mueble de plástico. En el panel frontal del mueble (ver Fig.15) hay que instalar los 2 potenciómetros R24-R42, el conmutador rotativo S1, los conmutadores de palanca S2-S3, los 3 conectores BNC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

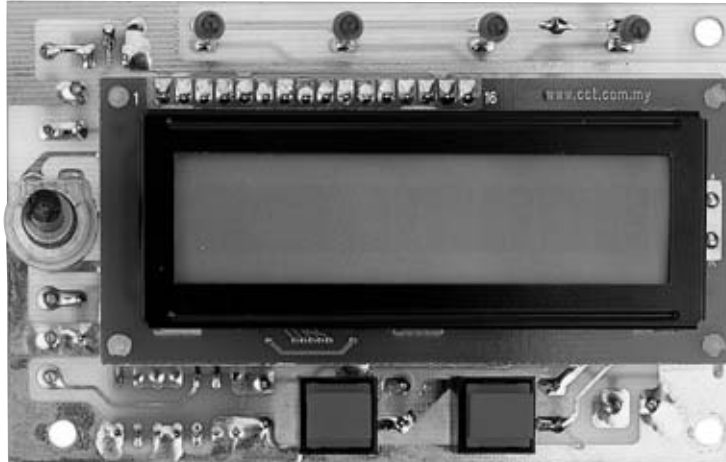


Fig.13 En esta fotografía se muestra el circuito impreso LX.1601, visto por el lado del display. En los agujeros de la parte superior-izquierda del circuito impreso del display hay que montar un doble conector macho, siguiendo las indicaciones mostradas en la Fig.16.

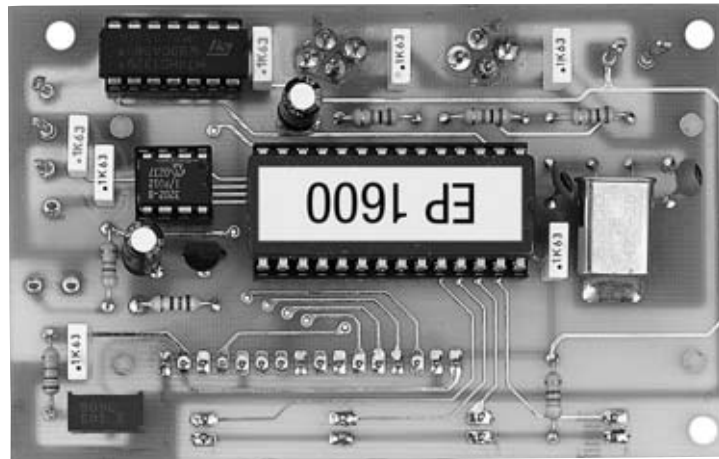


Fig.14 Fotografía del mismo circuito impreso visto por el lado opuesto, es decir por el lado en el que se encuentran los 3 integrados y el resto de componentes.

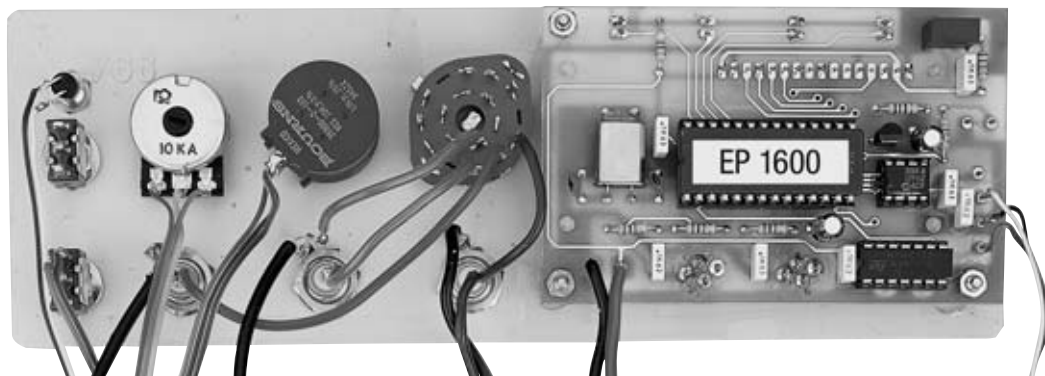


Fig.15 Fotografía de la parte interior del panel frontal del mueble con los potenciómetros, el conmutador rotativo y el resto de componentes montados, incluido el circuito impreso del display que debe fijarse siguiendo las indicaciones mostradas en la Fig.18.

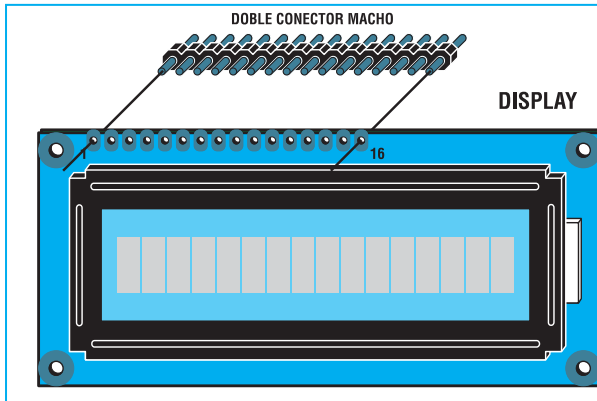


Fig.16 En el kit se incluye un doble conector macho de 16 terminales que se ha de montar en los 16 agujeros presentes en el circuito impreso del Display. Al soldar los terminales en los agujeros metalizados del impreso hay que tener cuidado con no cortocircuitar dos pistas adyacentes debido a un exceso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

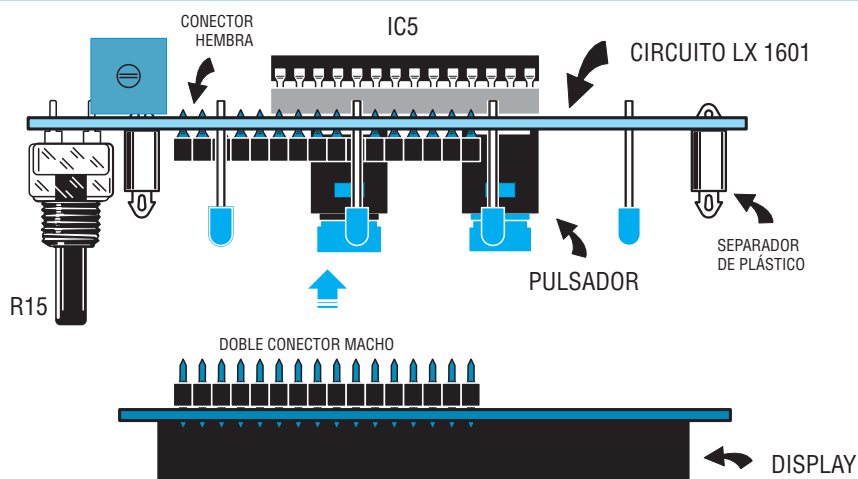


Fig.17 Después de soldar el doble conector macho en el impreso del Display, como se muestra en la Fig.16, los terminales del otro lado deben enchufarse en el conector a hembra instalado el circuito impreso LX.1601 (ver Fig.10).

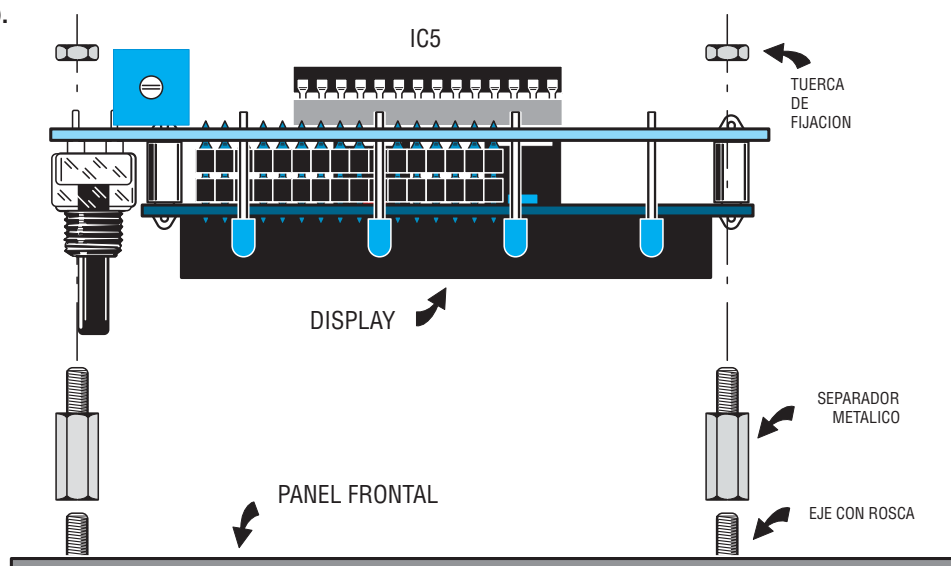


Fig.18 Para fijar el bloque completo en el panel frontal del mueble, una vez montado el display en el circuito impreso, en primer lugar hay que instalar los separadores metálicos en los ejes con rosca presentes en el panel frontal. Después de montar el impreso en el panel frontal hay que fijar el conjunto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

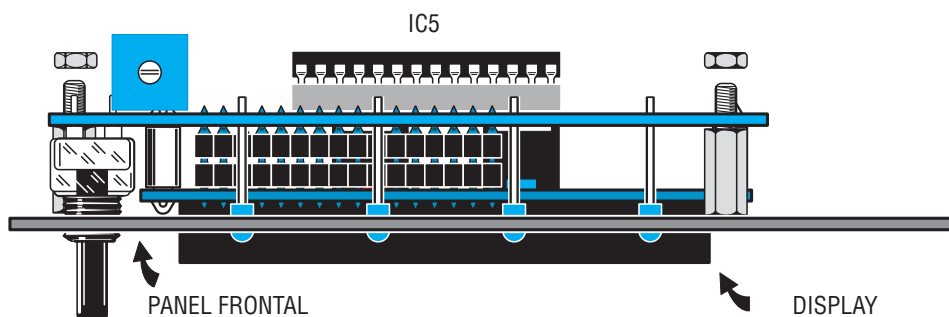


Fig.19 Como se indica en el texto del artículo, antes de soldar los terminales de los diodos LED en el circuito impreso del Display hay que verificar que los terminales más largos, es decir los Ánodos (ver Fig.8), estén alojados en los agujeros marcados con la letra A (ver parte superior de la Fig.10).

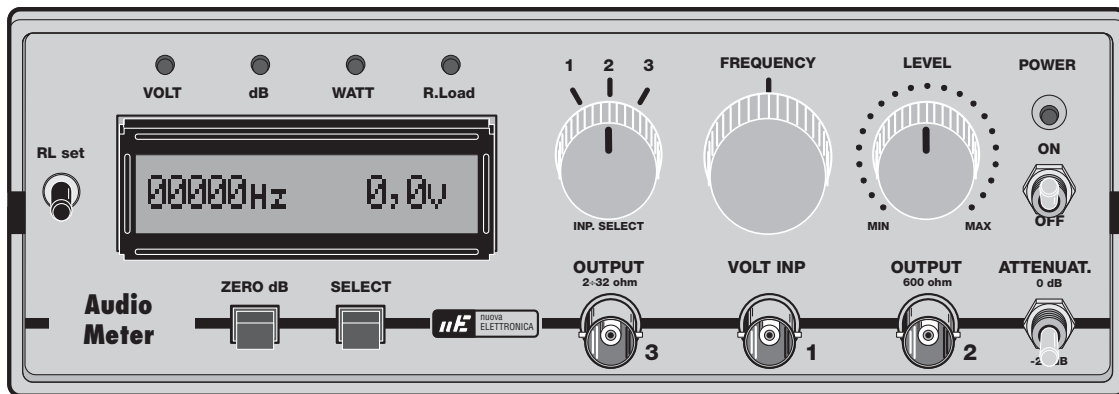


Fig.20 Panel frontal del Audio-Meter. El pulsador SELECT, situado bajo el display, permite seleccionar la medida a realizar. La medida seleccionada se indica mediante el encendido del diodo LED correspondiente.

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 plástico .....141,70€**

**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.**

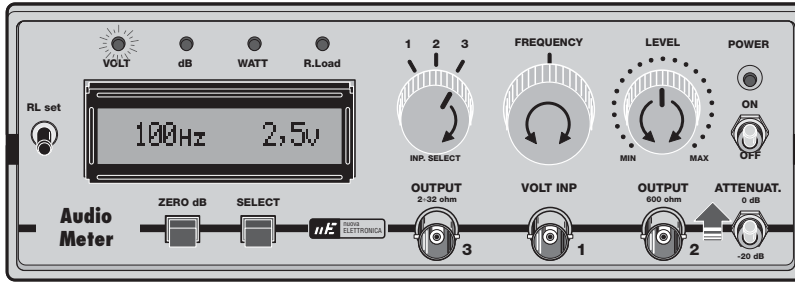


Fig.21 Poniendo el mando INP. SELECT en la posición 1 se lee la amplitud de la señal conectada al BNC 1. En las posiciones 2 y 3 se lee la amplitud de la señal presente en el BNC 2 y en el BNC 3, respectivamente (ver esquema eléctrico de la Fig.2).

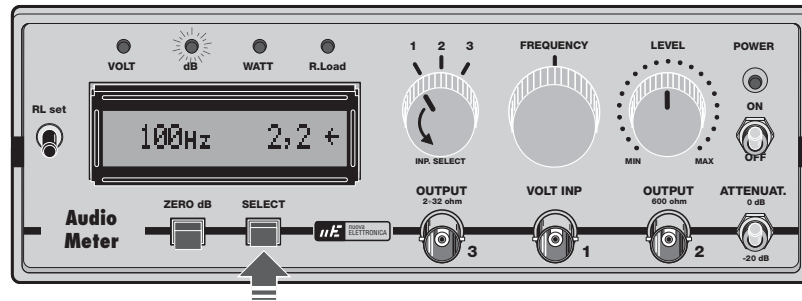


Fig.22 Presionando el pulsador SELECT durante 1 segundo se activa el Diodo LED dB, en el display se muestra un número seguido de una flecha. Si ahora accionamos el pulsador ZERO dB, durante al menos 1 segundo, se muestra el valor 0,0-dB.

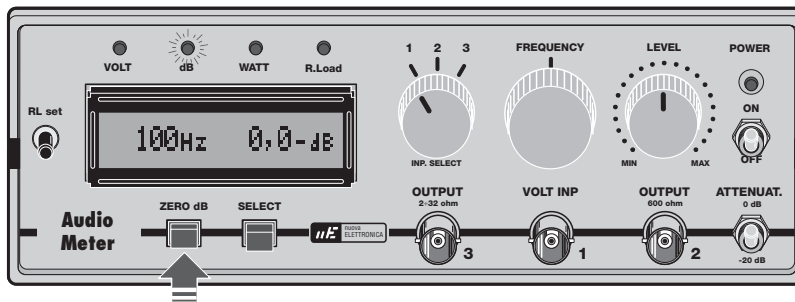


Fig.23 Una vez realizada la puesta a cero a través del pulsador ZERO dB solo hay que mover el mando FREQUENCY para ver como varía el valor de la atenuación del circuito a probar en función de la frecuencia aplicada.

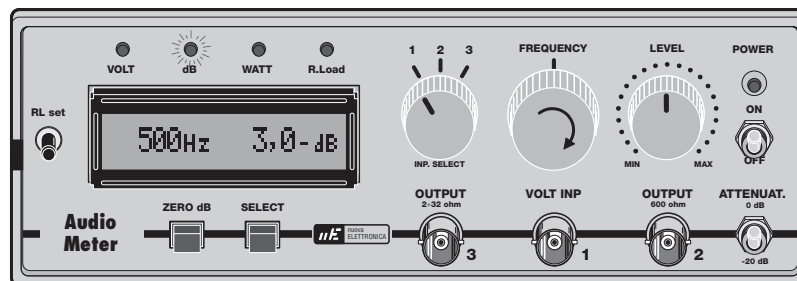
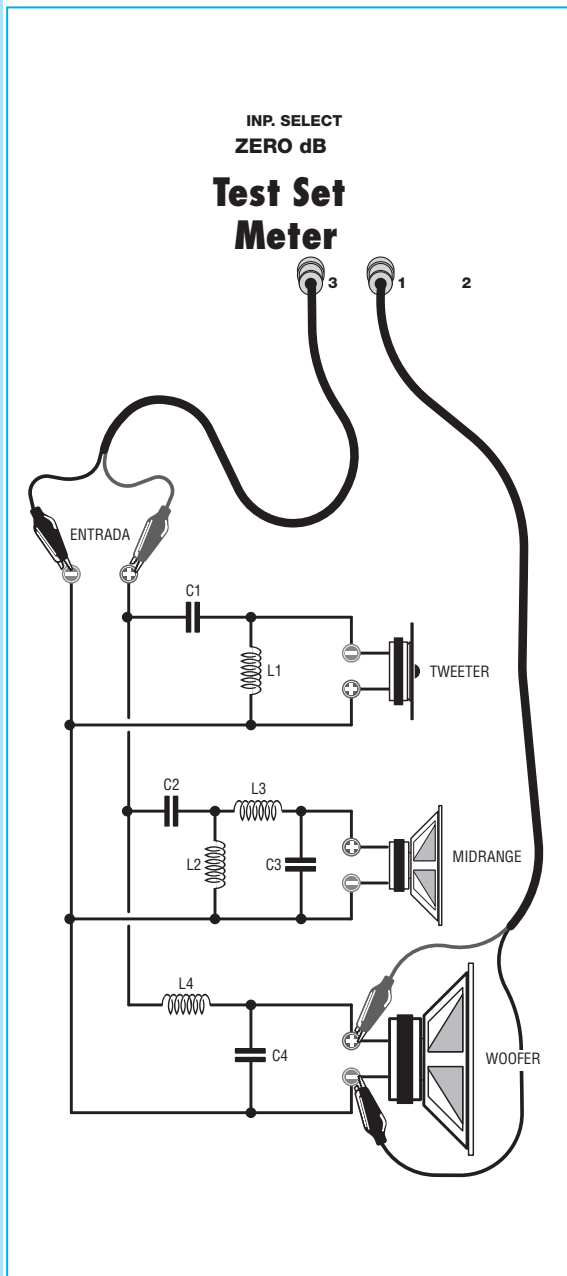


Fig.24 Para controlar la banda pasante de un preamplificador, de una etapa final o de un filtro cross-over, solo hay que mover el mando FREQUENCY y controlar la frecuencia en la cual la señal comienza a reducirse. Las medidas se pueden realizar en voltios o en dB.



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.

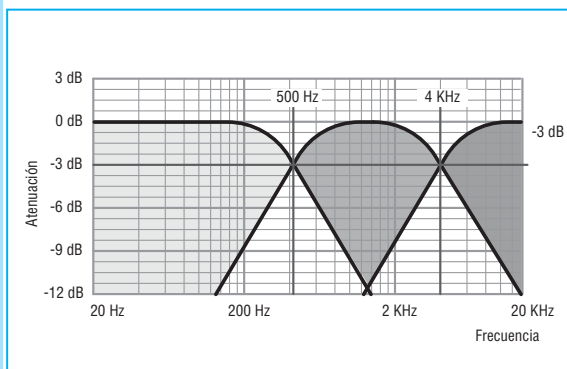
Para realizar la medida hay que conectar un cable del **BNC OUTPUT 2-32 ohm** del instrumento a la **entrada del filtro** y un segundo cable conectado a los terminales del **altavoz** y a la **entrada Volt Inp** del instrumento (ver figura adjunta).

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).

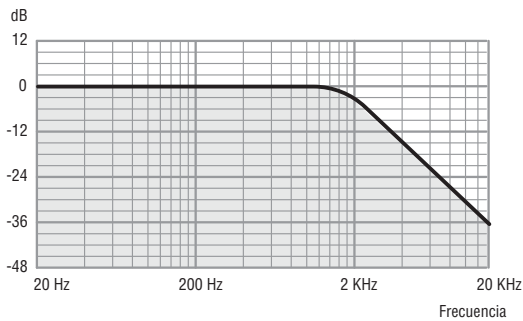
Ahora hay que poner el mando **Inp. Select** a la posición **1**. En el display aparece la tensión, en voltios, medida en la **salida del filtro** (por ejemplo **2,2 voltios**).

Si ahora pulsamos durante **un segundo** el botón **Select** se encenderá el **diódo 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).

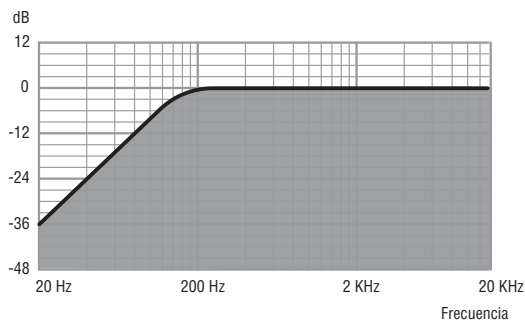
Por último solo queda ajustar el mando **Frequency** aumentando la frecuencia hasta conseguir un valor de **atenuación de 3,0-dB** (ver Fig.24): Esta es la **frecuencia de corte** del primer filtro. Ya solo queda repetir el procedimiento para el resto de filtros.



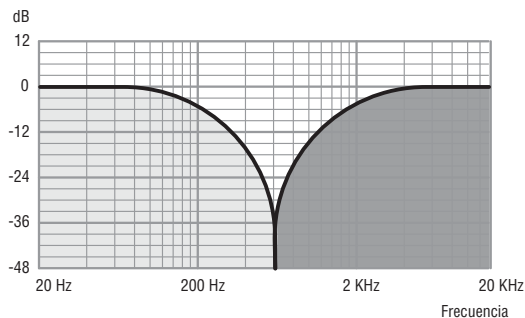
**Fig.25** Para determinar el valor de la frecuencia de corte de los tres filtros incluidos en un filtro **cross-over** hay que aplicar la señal del **BNC 3 OUTPUT 2-32 OHM** a la entrada del filtro y aplicar la señal presente en los contactos de cada altavoz (**Woofer-Midrange-Tweeter**) al **BNC 1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



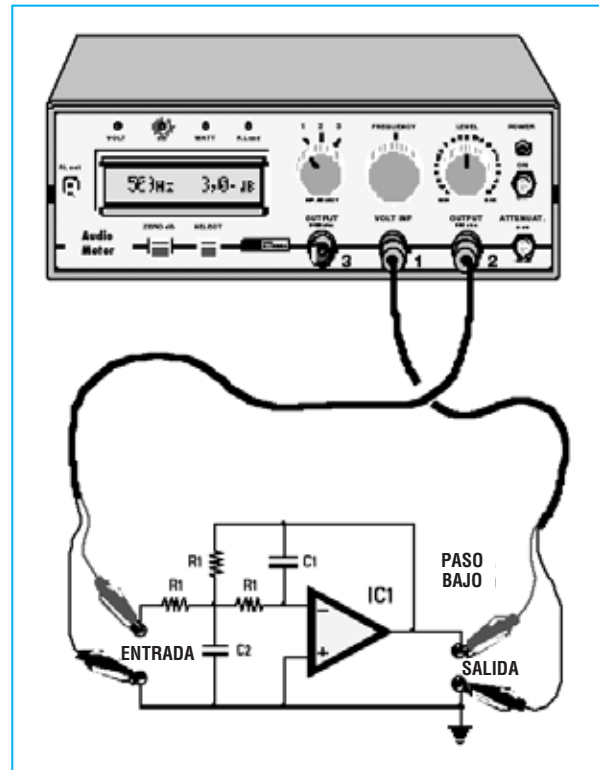
**Fig.26** Para medir un filtro activo hay que aplicar la señal del BNC 2 OUTPUT 600 OHM a la entrada del filtro y aplicar la señal presente en la salida del filtro al BNC 1 VOLT INP. En esta imagen se muestra el gráfico de comportamiento de un filtro paso-bajo con una frecuencia de corte en torno a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

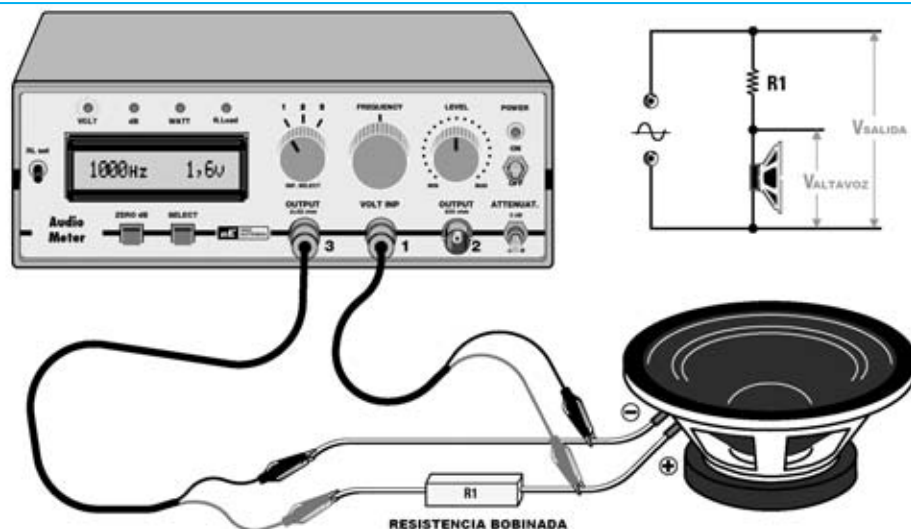


Fig.29 Para medir el valor de la impedancia de un altavoz hay que conectar en serie a sus terminales una resistencia bobinada de 4,7 ohmios. Conectando el instrumento como se muestra en la imagen, hay que medir primero el valor de la tensión que sale del BNC 3 OUTPUT 2-32 OHM y luego el valor que entra 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**.

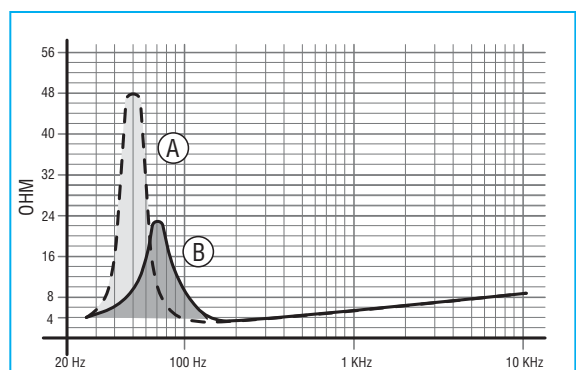


Fig.30 En los altavoces de los bajos (Woofer) y de los medios (Midrange) la frecuencia de resonancia hace aumentar el valor de su impedancia (ver curva A), reduciendo así el rendimiento sonoro. Para aumentarlo basta con instalar el altavoz dentro de una caja acústica (ver curva B).

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

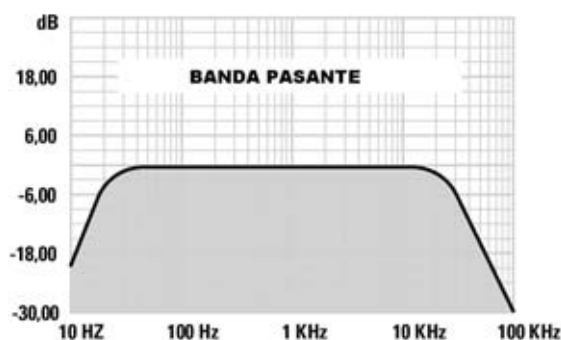
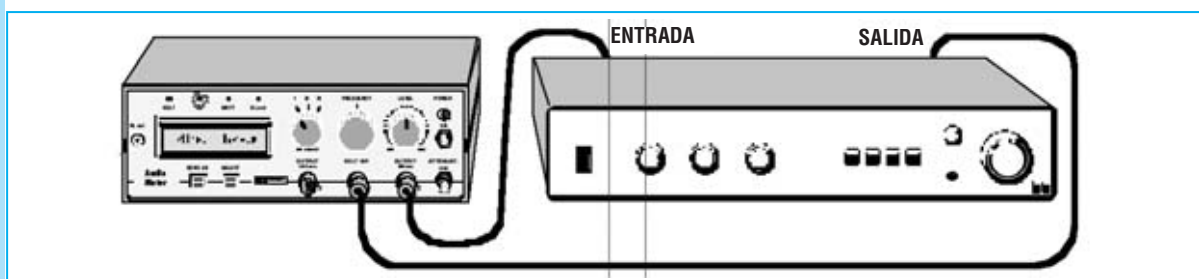


Fig.31 Conectado un preamplificador al Audio-Meter como se muestra en la imagen adjunta se puede controlar toda su banda pasante.

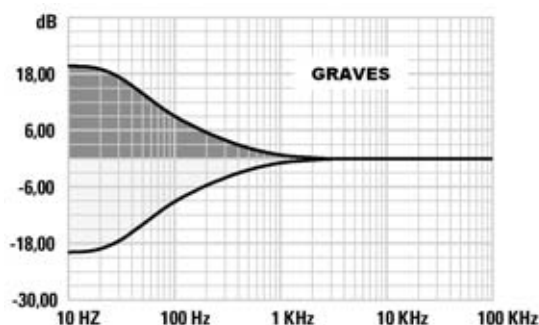


Fig.32 Actuando sobre el potenciómetro de los Graves las frecuencias que se acentúan o se reducen son las más bajas.

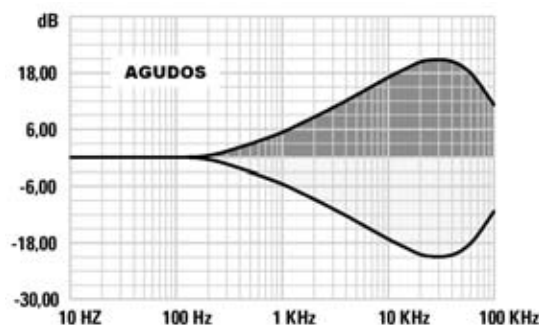


Fig.33 Actuando sobre el potenciómetro de los Agudos las frecuencias que se acentúan o se reducen son las más altas.

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 **saturnar** 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

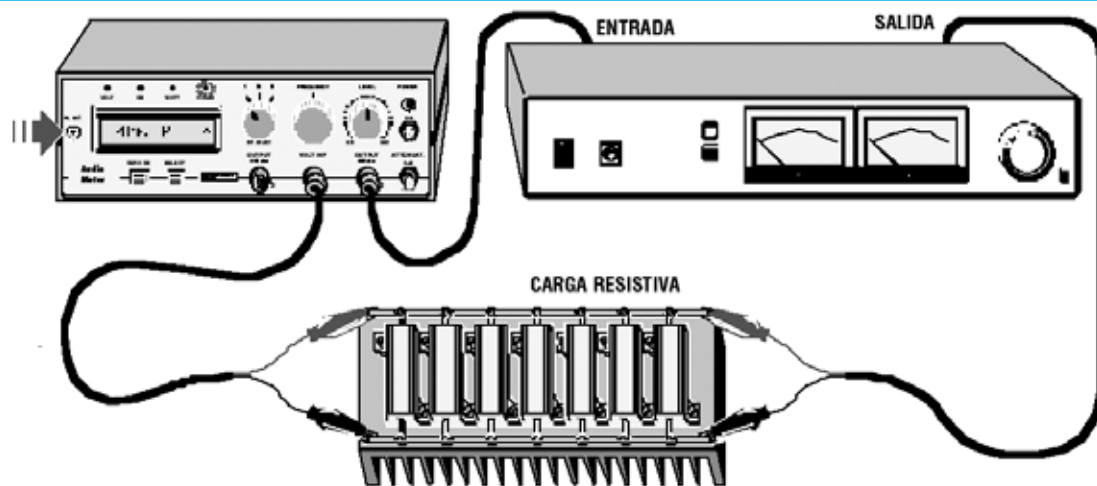


Fig.34 Para medir la potencia de salida de una etapa final hay que comenzar ajustando el potenciómetro RL SET de tal forma que se lea en el display el valor de la impedancia en ohmios de la caja acústica o de la carga resistiva conectada a la salida del amplificador.

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**.



# SONIDO DIGITAL CON

Los archivos con extensión **.WAV** contienen audio digitalizado para la reproducción de sonido en el ordenador sin ningún tipo de compresión. En este artículo se muestra la forma de generar archivos **.WAV** y su transformación en archivos **BINARIOS** para grabarlos en EPROM.

## Obtener archivos de sonido en formato **.wav**

Para grabar sonidos en EPROMs **27256** y escucharlos con el **Reproductor LX.1571**, presentado en la revista **N.239**, hay que tener como fuente el sonido a grabar en un archivo con **formato .wav**. Para obtener sonidos con este formato hay varias posibilidades.

En primer lugar podemos utilizar los sonidos de este tipo contenidos en los **CD-ROM** con **contenidos multimedia**.

En segundo lugar podemos descargarlos de multitud de sitios en **Internet**, entre los que se encuentran:

<http://sonidos.paramipc.com/>  
<http://www.loksound.de/en/>

Ahora bien, la tercera forma es la más versátil: **Generar** el sonido con el **ordenador**. Hay que disponer de una tarjeta de sonido con un micrófono para captar el sonido y unos



altavoces para escuchar la grabación (ver Fig.4). Los sistemas operativos **Windows 95** y superiores disponen de un programa integrado que hace las funciones de una **grabadora de audio**, además de todos los **controles** necesarios para gestionar tanto la grabación como la reproducción de sonido en el PC.

### CONTROL de VOLUMEN

Antes de comenzar a grabar el sonido procedente de un micrófono, o de otra fuente de audio externa (como por ejemplo una grabadora o un discman), hay que verificar que las entradas del ordenador a la que se conectan estas fuentes (**Line in** y **Microphone**) estén activadas, tanto para la **grabación** como para la **reproducción**.

# FORMATO WAV

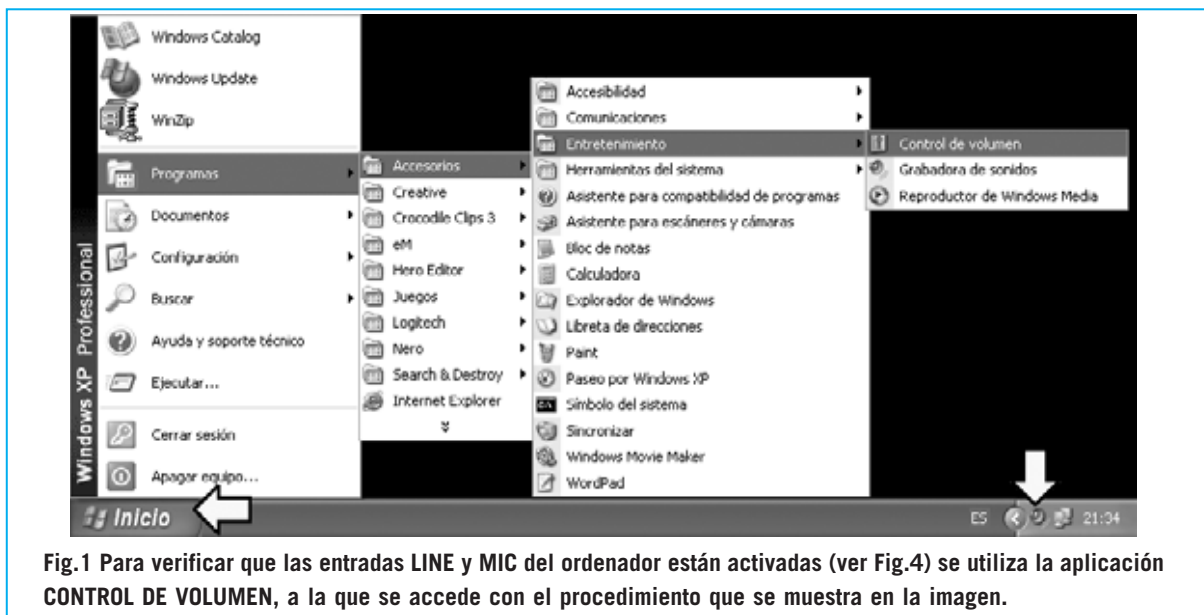


Fig.1 Para verificar que las entradas LINE y MIC del ordenador están activadas (ver Fig.4) se utiliza la aplicación CONTROL DE VOLUMEN, a la que se accede con el procedimiento que se muestra en la imagen.

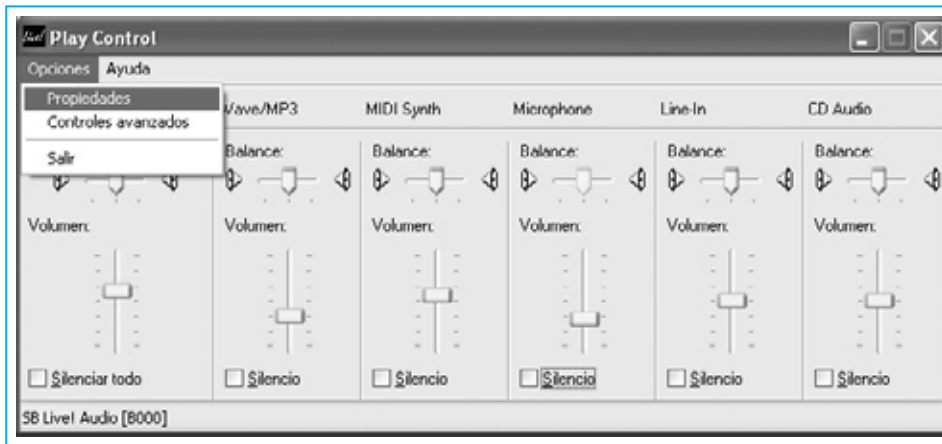


Fig.2 Si en vuestro ordenador no aparecen todos los controles que se muestran aquí, hay que hacer click en la opción **PROPIEDADES** situada en la parte superior.

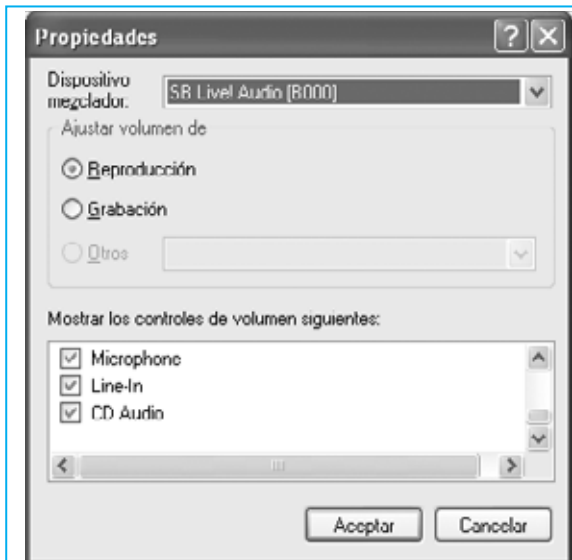


Fig.3 Para activar las señales MIC y LINE IN hay que marcar la casilla adyacente. Se han de activar tanto en **REPRODUCCIÓN** como en **GRABACIÓN**.

En primer lugar, si aparece el icono de un **pequeño altavoz** en la parte derecha de la **barra de tareas**, hay que hacer doble click sobre él (ver Fig.1).

Si **no** tenéis configurado el ordenador para que aparezca este icono hay que hacer click en el botón **Inicio** y, a continuación seleccionar **Programas**. En la ventana que se despliega hay que seleccionar **Accesorios**. Una vez desplegada la ventana correspondiente hay que seleccionar **Entretenimiento**. Por último hay que hacer click en **Control de volumen**. A continuación aparecerá una ventana parecida a la mostrada en la Fig.2. En el caso de que en vuestro ordenador no se muestren todos los controles incluidos en la imagen tendréis que

hacer click en **Opciones** y seleccionar **Propiedades** (ver parte superior de la Fig.2).

Cuando se abra la ventana mostrada en la Fig.3 hay que verificar que las casillas **Line in** y **Microphone** estén seleccionadas (tanto en **Grabación** como en **Reproducción**). Si no estuvieran seleccionadas solo hay que hacer click en la casilla adjunta para que quede activada.

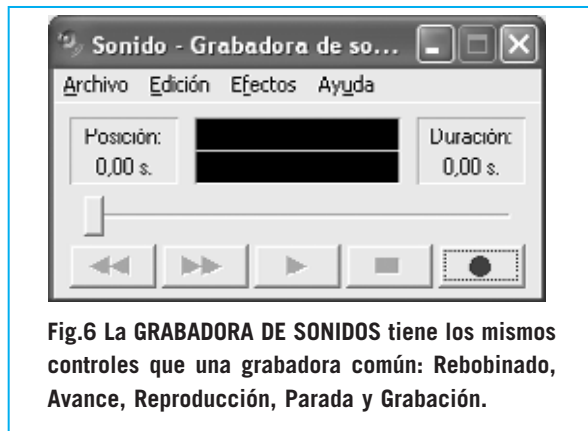
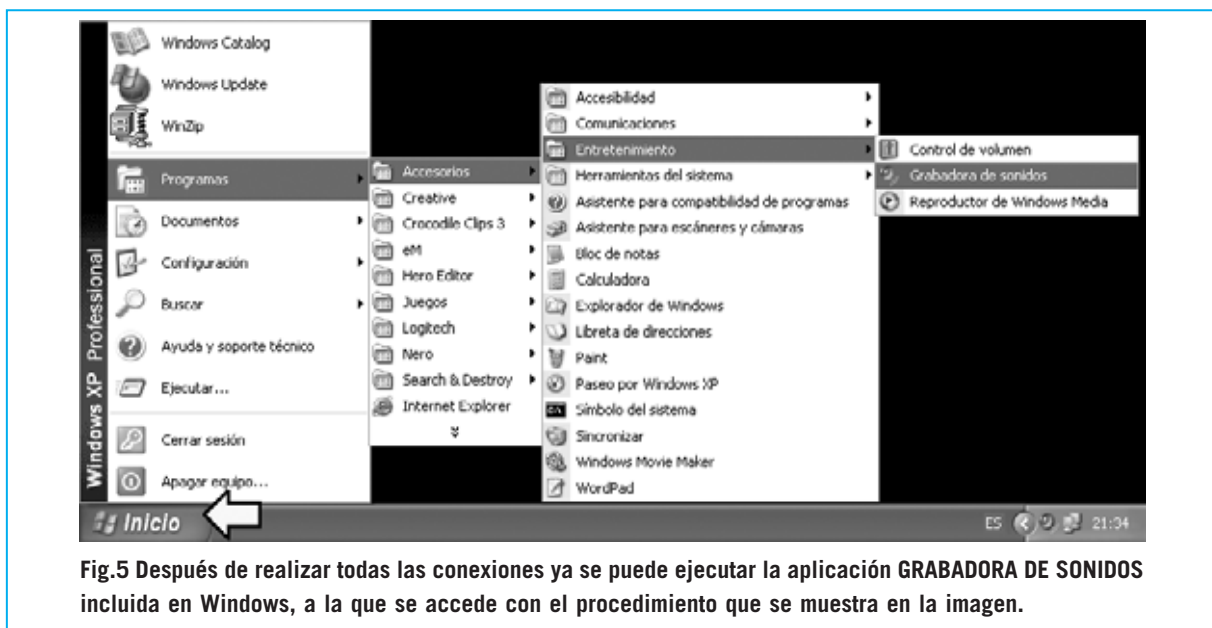
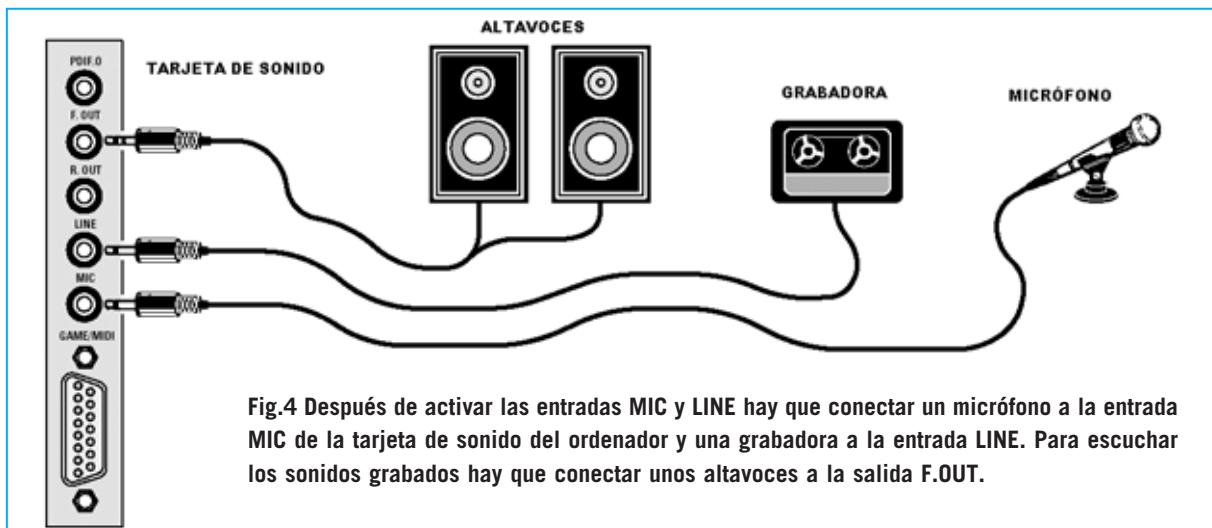
### La GRABADORA de SONIDOS

Para ejecutar la grabadora de sonidos incluida en Windows hay que hacer click en el botón **Inicio** y, a continuación seleccionar **Programas**. En la ventana que se despliega hay que seleccionar **Accesorios**. Una vez desplegada la ventana correspondiente hay que seleccionar **Entretenimiento**. Por último hay que hacer click en **Grabadora de sonidos**.

Se presentará una ventana como la mostrada en la Fig.6, donde en la parte inferior encontramos los **controles** comunes a cualquier grabadora:

- Botón doble flecha a la izquierda: **Retroceder**
- Botón doble flecha a la derecha: **Avanzar**
- Botón flecha: **Reproducción**
- Botón cuadrado: **Parada**
- Botón circulo rojo: **Grabación**

Ahora, como con una grabadora común, para registrar sonido solo hay que pulsar el botón de **Grabación** y hablar cerca del micrófono. Para finalizar la grabación hay que hacer click en el botón **Parada**. A continuación, para



posicionar la grabadora al inicio de la grabación, hay que hacer click en el botón **Retroceder**.

Si el sonido a digitalizar se registra con una grabadora común, para llevarlo al ordenador hay que conectar la salida de audio de la grabadora a la entrada **Line in** o a la entrada **Microphone** de la tarjeta de sonido del ordenador (ver Fig.4).

A continuación hay que accionar el botón **Reproducir (Play)** de la grabadora y hacer click sobre el botón **Grabación** de la **Grabadora de sonidos de Windows**. Para terminar la grabación hay que hacer click en el botón **Parada (Stop)**. Ahora, para escuchar el sonido grabado, primero hay posicionar la grabadora al inicio de la grabación, haciendo click en el botón **Retroceder**, y luego hacer click en el botón **Reproducir**.





Fig.7 Antes de salvar el sonido a un archivo se puede elegir el formato a través de la opción PROPIEDADES del menú ARCHIVO, haciendo click en el botón CONVERTIR AHORA.

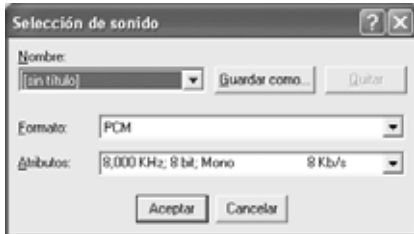


Fig.8 En el apartado ATRIBUTOS hay que seleccionar la opción 8,000 KHz; 8 bits; Mono; 8 KB/s. A continuación hay que hacer click en ACEPTAR.

Si no se escucha nada, en primer lugar hay que subir el volumen de los altavoces. Si el problema persiste hay que **ajustar** los controles del **volumen de grabación y reproducción** generales y de las entradas **Line in** y **Microphone**, siguiendo el procedimiento mostrado en las Figs.1-2.

Antes de salvar el sonido grabado se puede modificar el formato del sonido haciendo click en **Archivo** y, a continuación, en **Propiedades** (ver Fig.10). Cuando aparezca la ventana mostrada en la Fig.7 hay que hacer click en **Convertir ahora...** Automáticamente se abrirá una ventana como la mostrada en la Fig.8 en la que hay que seleccionar, en el apartado **Atributos**, **8.000 Hz, 8 bits, Mono**. Por último hay que hacer click en **Aceptar** para confirmar la operación. Ahora ya se puede salvar el sonido a un archivo seleccionando la función **Guardar como...** del menú **Archivo** (ver Fig.10).

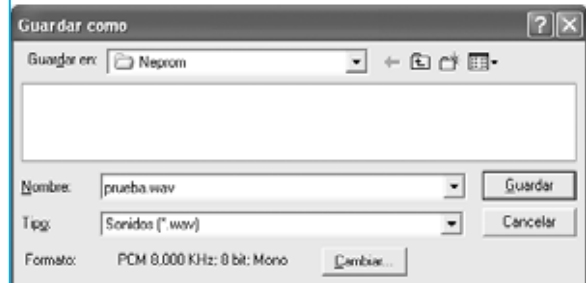
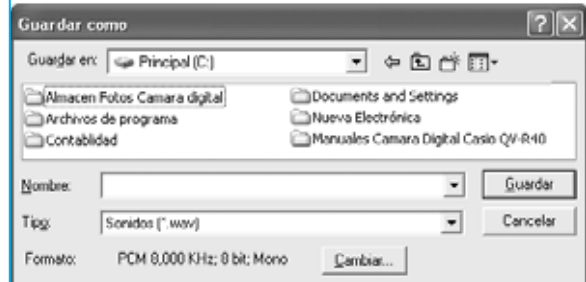
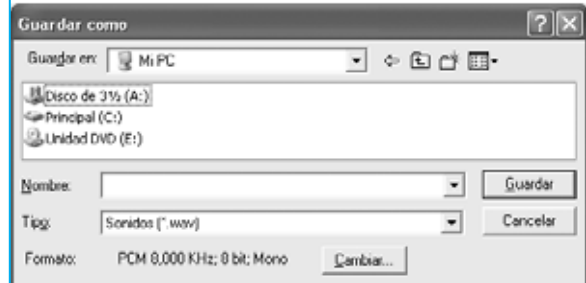
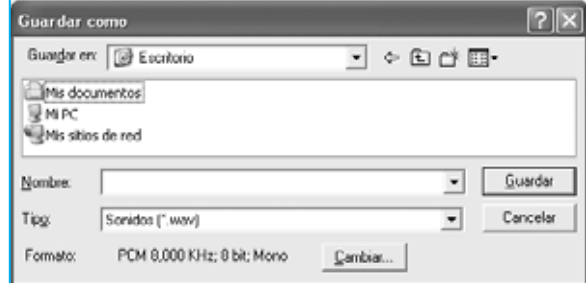
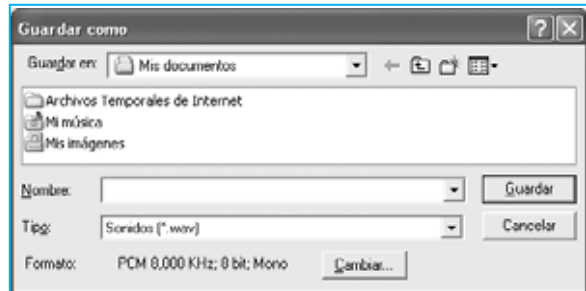


Fig.9 Para salvar el sonido grabado en un archivo hay que seleccionar la opción GUARDAR COMO del menú ARCHIVO (ver Fig.10) y seguir las indicaciones descritas en el texto del artículo. En el último paso hay que asignar nombre al archivo, por ejemplo prueba.wav.

La secuencia completa de operaciones se muestra en la Fig.9: Primero hay que hacer click sobre el icono **carpeta superior**. A continuación hay que hacer doble click en **Mi PC**. Ahora hay que hacer doble click sobre la unidad de disco en la que está instalado el programa NEPROM (normalmente **C:**). En la ventana siguiente se muestran las carpetas de la unidad, hay que localizar la **carpeta Neprom** y hacer doble click sobre ella. Por último ya solo queda escribir el nombre del archivo en el apartado **Nombre**, por ejemplo **prueba.wav**, y hacer click en el botón **Guardar**.

**NOTA:** La carpeta **Neprom** solo se podrá localizar si se ha instalado el programa NEprom en la unidad de disco seleccionada. A continuación detallamos las funciones de cada uno de los **menús** de la **Grabadora de sonidos** incluida en Windows.

### Menú Archivo (ver Fig.10)

**Nuevo:** Prepara la grabadora para una nueva grabación borrando, si existen, todos los sonidos previamente grabados. Antes de borrar los sonidos existentes se pide confirmación y se pregunta si se desean salvar a un archivo.  
**Abrir...:** Abre un archivo en formato **.wav** introduciendo su sonido en la grabadora.  
**Guardar:** Salva el sonido en el archivo previamente generado con **Guardar como**.  
**Guardar como...:** Abre una ventana en la que se ha de introducir nombre y la ruta del archivo de sonido. Es aconsejable salvarlos en la carpeta **C:\Neprom** si se van a utilizar para trasladarlos a memorias EPROM.

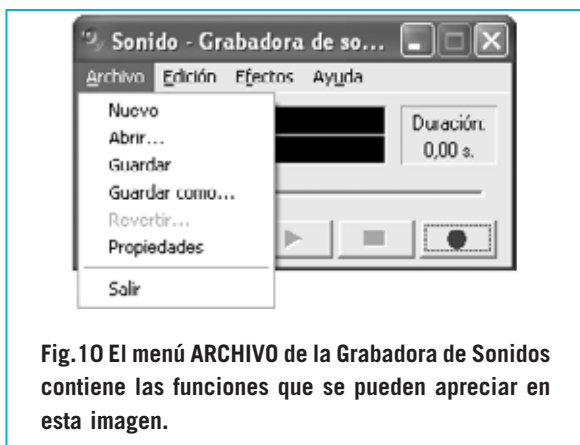


Fig.10 El menú ARCHIVO de la Grabadora de Sonidos contiene las funciones que se pueden apreciar en esta imagen.

**Revertir...:** Anula cualquier cambio realizado desde que la última vez que se guardó el archivo de sonido.

**Propiedades:** Muestra información acerca del archivo de sonido y permite cambiar el formato y la calidad. Para los sonidos **.wav** a utilizar con las **EPROM 27256** hay que seleccionar **Convertir ahora...** y, en el apartado **Atributos**, elegir **8.000 Hz, 8 bits, Mono**.

**Salir:** Sale del programa.

### Menú Edición (ver Fig.11)

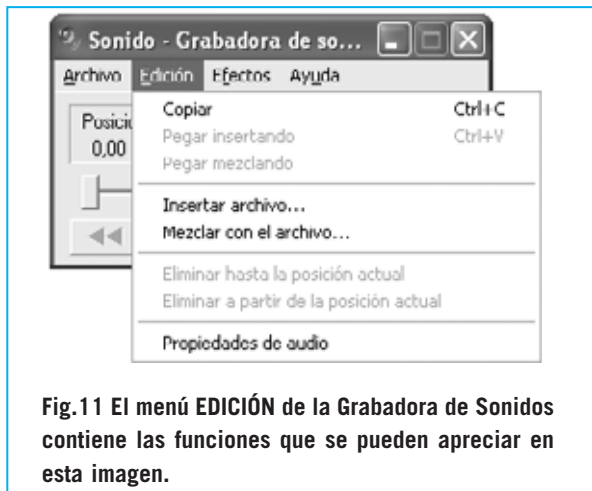


Fig.11 El menú EDICIÓN de la Grabadora de Sonidos contiene las funciones que se pueden apreciar en esta imagen.

**Copiar:** Copia todo el archivo de sonido al portapapeles (para llevarlo a otro sitio).

**Pegar insertando:** Inserta un sonido copiado en el archivo de sonido actual inmediatamente después de la posición del botón de control deslizante.

**Pegar mezclando:** Inserta un sonido copiado mezclándolo con el archivo de sonido actual.

**Insertar archivo:** Inserta un archivo de sonido en el archivo de sonido actual inmediatamente después de la posición del botón de control deslizante.

**Mezclar con el archivo:** Inserta un archivo de sonido mezclándolo con el archivo de sonido en la posición del botón de control deslizante.

**Eliminar hasta la posición actual:** Elimina el sonido que se encuentra antes de la posición del botón de control deslizante.

**Eliminar después de la posición actual:** Elimina el sonido que se encuentra después de la posición del botón de control deslizante.

**Propiedades de audio:** Muestra las propiedades de los dispositivos de grabación y reproducción.

## Menú Efectos (ver Fig.12)

**Subir volumen (25%):** Aumenta la amplitud del sonido registrado.

**Bajar volumen:** Disminuye la amplitud del sonido registrado.

**Aumentar velocidad (100%):** Aumenta la velocidad de reproducción del sonido.

**Reducir velocidad:** Disminuye la velocidad de reproducción del sonido.

**Agregar eco:** Introduce en el sonido un efecto eco.

**Invertir:** Reproduce el sonido al revés.

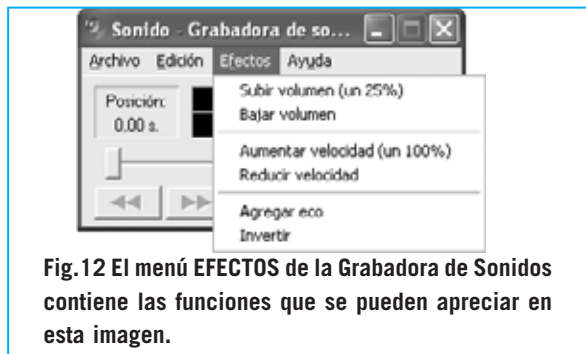


Fig.12 El menú EFECTOS de la Grabadora de Sonidos contiene las funciones que se pueden apreciar en esta imagen.

Con este programa, y una grabadora o un micrófono, se puede registrar cualquier sonido de forma digitalizada en el ordenador.

## El programa WAVEdit

Como ya hemos adelantado en el artículo dedicado al programa **NEprom** (ver revista **N.237**), el programa de edición gráfica de sonido **WaveEdit** es un programa **freeware**, es decir el autor consiente que sea utilizado libremente. Su sencillez y las instrucciones que el autor proporciona son más que suficientes para realizar modificaciones en los sonidos a registrar en **EPROM** y poder reproducirlos con el kit **LX.1571**.

Es posible que, mientras se graba un sonido, se registren ruidos indeseados o que haya pausas demasiado largas que se desean cortar. Con este programa es posible eliminar todos estos elementos **no deseados**. El programa **WAVEdit** se instala con **NEprom**. Para ejecutarlo hay que hacerlo desde el programa **NEprom** haciendo click en el icono con forma de saxofón, como se muestra en el artículo de la revista **N.237**. En primer lugar aparece una ventana como la mostrada en la Fig.13, que incluye dos botones: **Wave to**

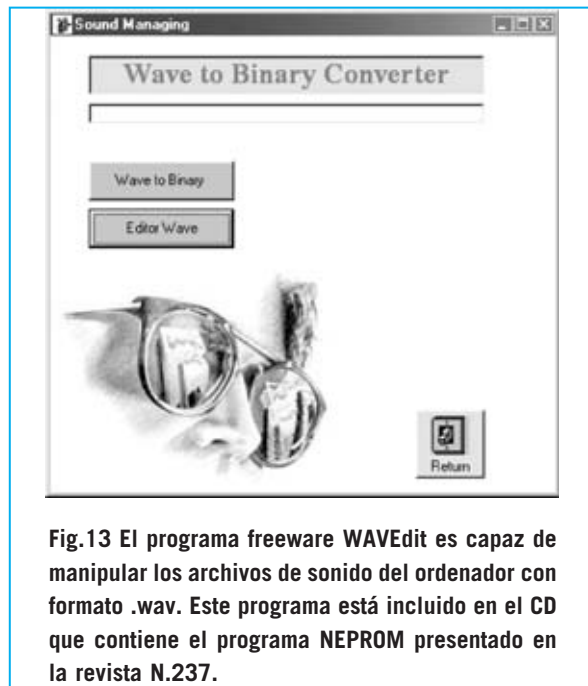


Fig.13 El programa freeware WAVEdit es capaz de manipular los archivos de sonido del ordenador con formato .wav. Este programa está incluido en el CD que contiene el programa NEPROM presentado en la revista N.237.

**Binary** abre el programa que convierte archivos tipo **.wav** a archivos tipo **.bin** para poder llevarlos a memorias EPROM, y **Editor Wave** que lanza el programa **WAVEdit**. Haciendo click en **Editor Wave** aparece una ventana que nos recuerda que se trata de un programa freeware de evaluación y nos invita, si nos gusta, a comprar el programa completo.

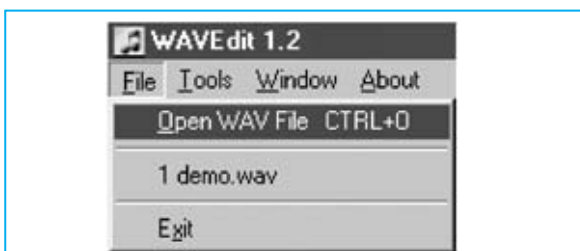


Fig.14 Para abrir un archivo con extensión .wav hay que seleccionar la función OPEN WAV FILE del menú FILE.



Fig.15 En la ventana OPEN hay que hacer click en demo.wav para seleccionarle y luego pulsar en el botón ABRIR.

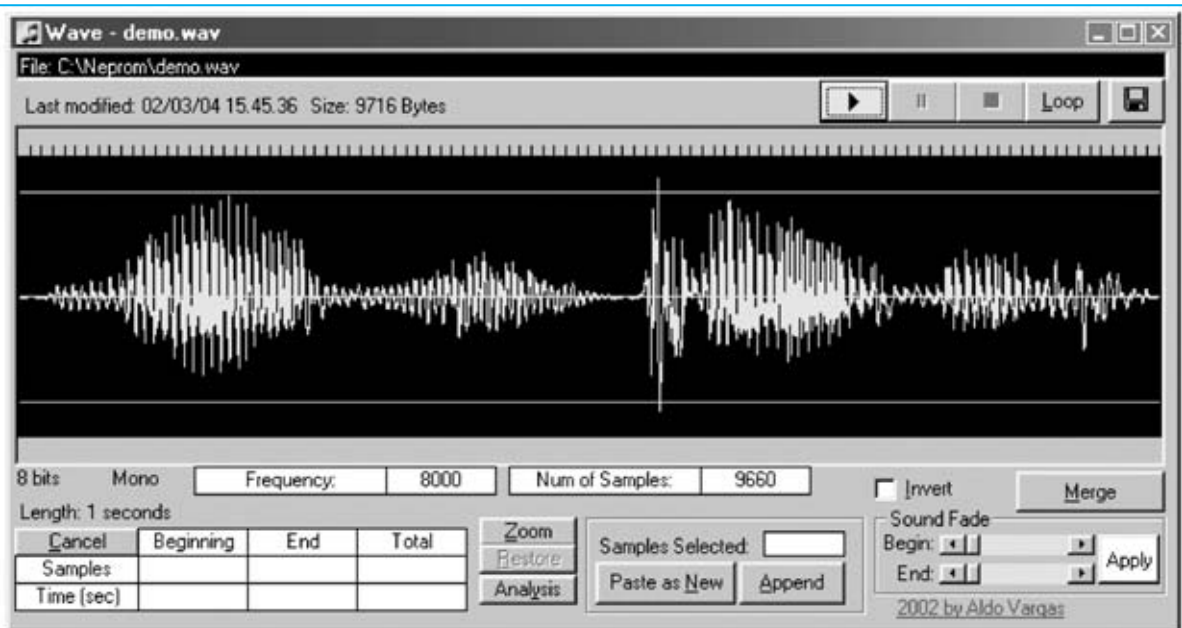


Fig.16 En esta figura se puede observar la señal correspondiente al sonido almacenado en el archivo demo.wav. Para reproducir el sonido hay que hacer click en el botón con forma de flecha de la parte superior (PLAY). Pulsando en el botón LOOP la reproducción se repetirá constantemente.

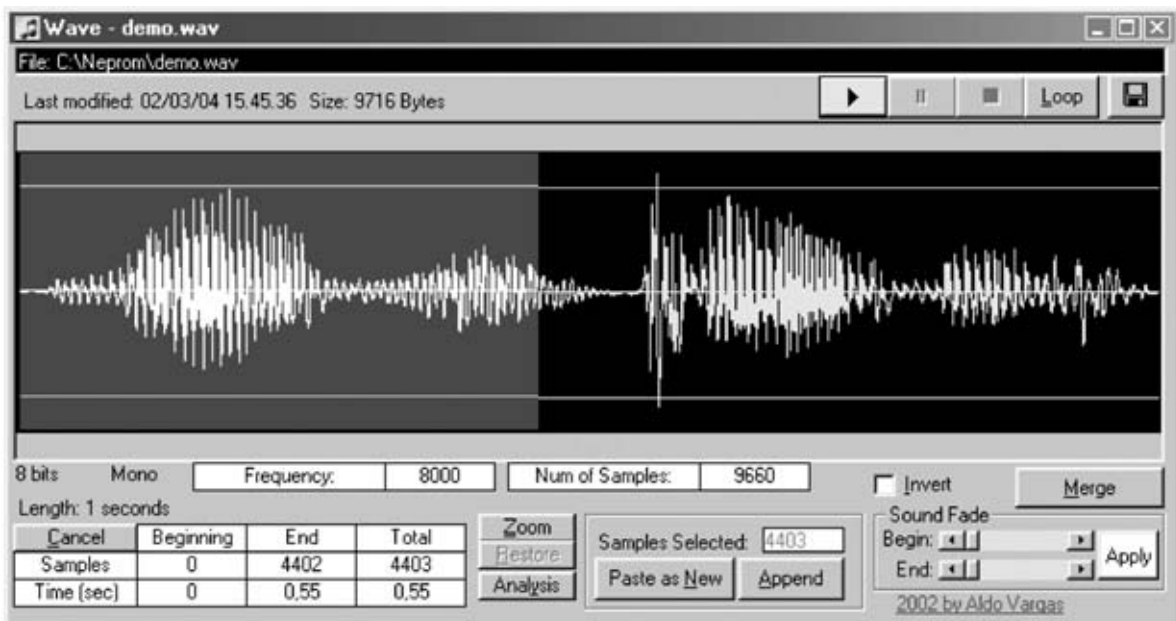


Fig.17 En este archivo está grabada la frase “wav... prueba”. Para aislar el sonido correspondiente a la palabra prueba hay que hacer click en el principio del gráfico, y manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón, hay que arrastrar el cursor para seleccionar la parte de gráfico mostrada en la figura. Haciendo click en el botón PLAY se reproduce solo la parte seleccionada.

**NOTA:** Recordamos de nuevo que este es un programa **freeware**, por tanto gratuito. Su precio se refiere exclusivamente al CDROM, es decir al soporte, y al procedimiento de instalación que hemos incluido para facilitar su uso. Quien tenga

medios puede descargarlo gratuitamente desde Internet e instalarlo en su ordenador.

Después de un momento aparece la ventana principal del programa. Para explicar cómo se

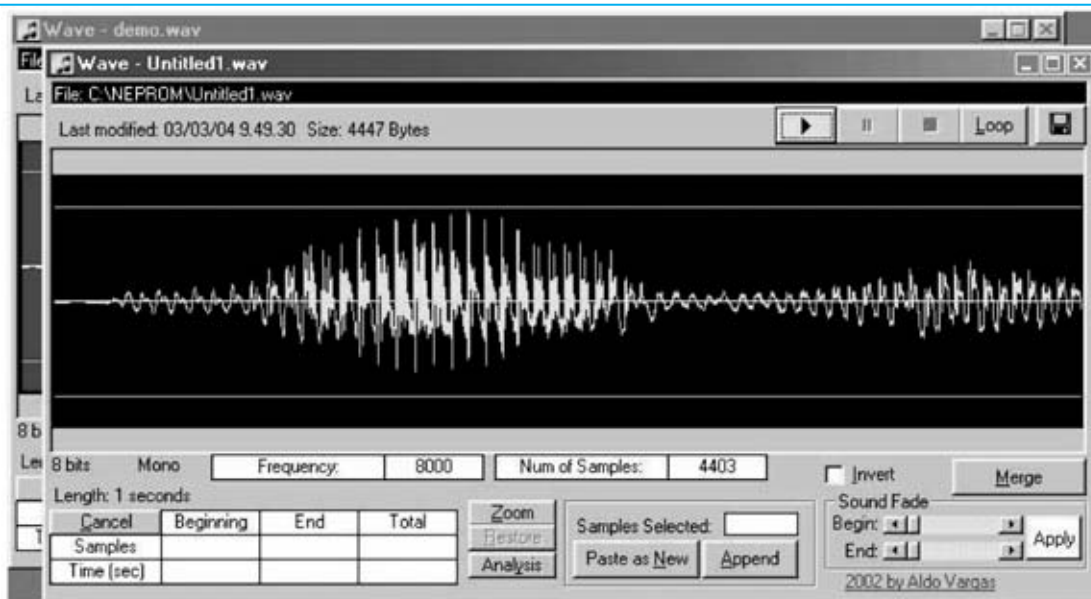


Fig.18 Una vez aislado el sonido que nos interesa hay que hacer click en el botón PASTE AS NEW. Automáticamente aparece una nueva ventana con que contiene únicamente la parte del gráfico seleccionado.

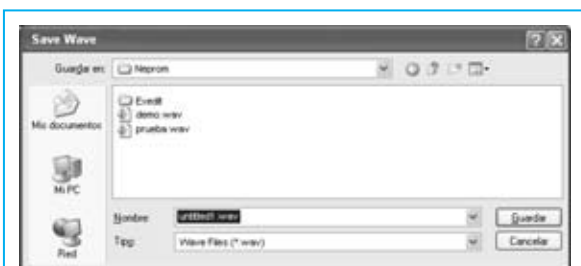


Fig.19 Para salvar a un archivo el sonido aislado hay que hacer click en el icono con forma de disquete de la parte superior-derecha de la Fig.18. A continuación hay que asignar un nombre al archivo y pulsar en GUARDAR.

edita un sonido vamos a utilizar como ejemplo el archivo **demo.wav**, que también se ha cargado durante la instalación del programa **NEprom**.

Para abrir el archivo **demo.wav** hay que utilizar la opción **Open WAV File** del menú **File** (ver Figs.14-15). En la pantalla aparecerá una ventana como la mostrada en la Fig.16, el contenido del archivo es traducido a una señal que corresponde al sonido que contiene.

En este archivo está registrada la frase "**wav prueba**". A continuación explicamos cómo aislar la palabra "**wav**" para crear otro archivo con esta única palabra. Haciendo click en el botón "**Reproducir**" (el botón con forma de

**flecha**) se escuchará en los altavoces la frase grabada. Haciendo click en el botón **Loop** la frase se repite indefinidamente. Para detener la reproducción hay que hacer click en el botón "**Parada**" (el botón con un **cuadrado** dentro).

Ahora hay que llevar el cursor al principio del gráfico y hacer click. Manteniendo pulsado el botón izquierdo del ratón hay que arrastrar el cursor hasta al final del segundo grupo de ondas (ver Fig.17). Si ahora hacemos click en el botón **Reproducir** solo se escucha el sonido de la parte que ha sido seleccionada. Con este sistema se puede aislar la parte de sonido que interesa.

Para salvar la parte seleccionada hay que hacer click en el botón **Paste as New**. Al realizar esta operación aparece otra ventana, encima de la anterior, que contiene únicamente la parte seleccionada (ver Fig.18). Se puede comprobar que es así pulsando el botón **Reproducir**.

Para grabar la señal a un archivo hay que hacer click en el botón **Guardar** (icono situado a la derecha con forma de disquete). En la ventana que se abre (ver Fig.19) hay que sustituir el nombre **Untitled1.wav** por el nombre que queramos dar al archivo y hacer click en **Guardar**.

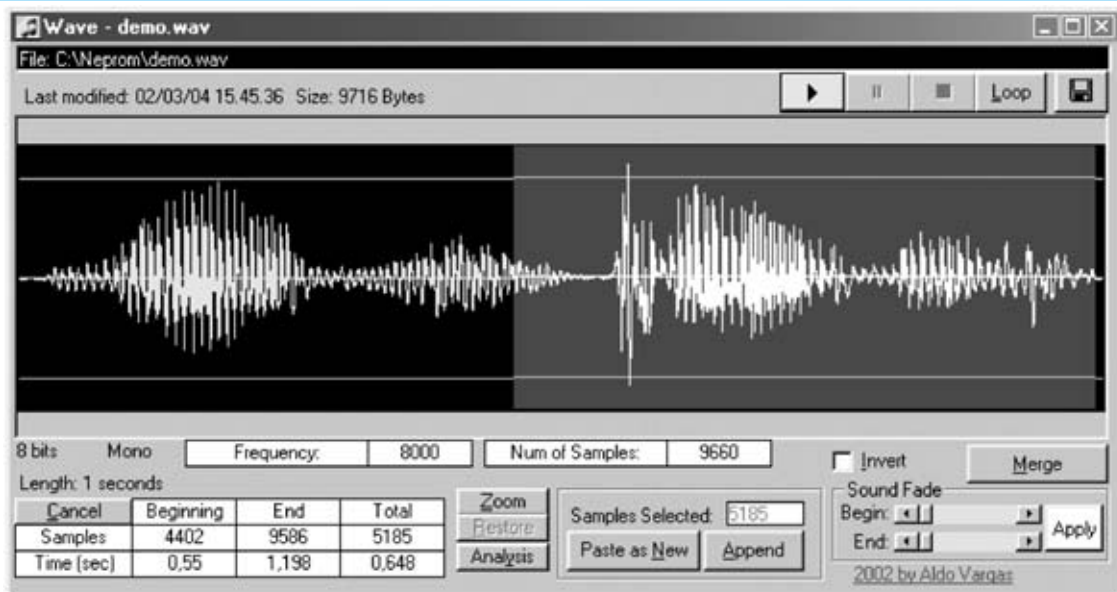


Fig.20 Para insertar un sonido en un archivo .wav, en primer lugar hay que abrir el archivo .wav (por ejemplo demo.wav, ver Figs.14-15). A continuación hay que seleccionar la parte del sonido que posteriormente vamos a insertar (por ejemplo la correspondiente a la palabra “prueba”).

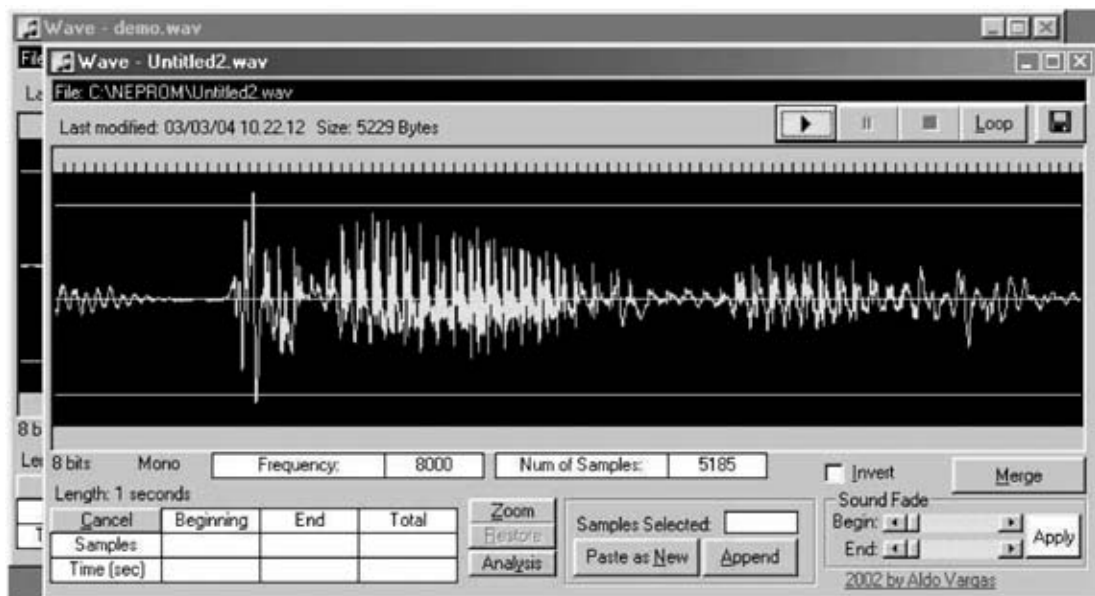


Fig.21 Seguidamente hay que hacer click en el botón PASTE AS NEW para visualizar el sonido anteriormente seleccionado. Ahora vamos a hacer click en el icono con forma de disquete para salvarlo (nosotros lo hemos llamado demo2.wav).



Fig.22 Con el archivo demo.wav abierto, al hacer click en el botón APPEND aparece esta ventana. Hay que hacer doble click sobre el archivo de sonido a insertar (en este caso demo2.wav).

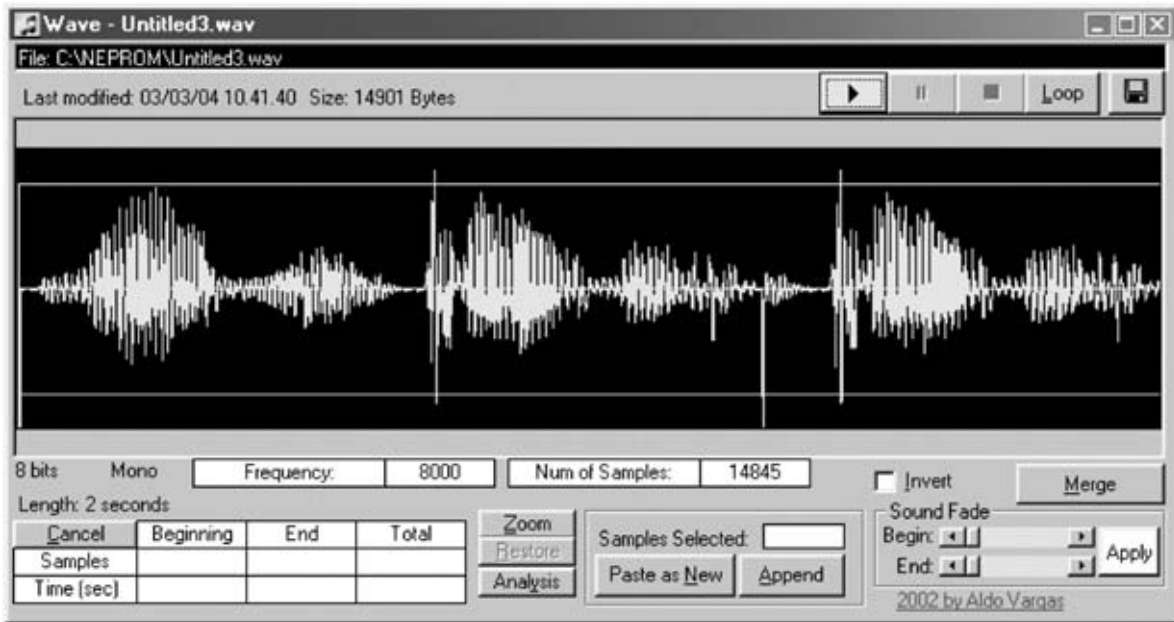


Fig.23 Este nuevo gráfico es la suma de los archivos demo.wav, que contiene la frase “wav... prueba”, y demo2.wav, que contiene la palabra “prueba”. Para confirmarlo basta con hacer click en el botón PLAY, se oirá “wav... prueba... prueba”.

| Offset   | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  |                   |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------------|
| 00000000 | 52 | 49 | 46 | 46 | E0 | 25 | 00 | 00 | 57 | 41 | 56 | 45 | 66 | 6D | 74 | 20 | RIFfó%..WAUefnt   |
| 00000010 | 10 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | ▶...@.@.ev...ev.. |
| 00000020 | 01 | 00 | 08 | 00 | 64 | 61 | 74 | 61 | BC | 25 | 00 | 00 | 7F | 7F | 7F | 7F | @.data!%..áááá    |
| 00000030 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | áááááááááááááááá  |
| 00000040 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | áááááááááááááááá  |
| 00000050 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | áááááááááááááááá  |
| 00000060 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 00000070 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 00000080 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 00000090 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 000000A0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 000000B0 | 80 | 80 | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | áááááááááááááááá  |
| 000000C0 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | áááááááááááááááá  |
| 00002540 | 80 | 80 | 7F | 7F | 7E | 7E | 7D | 7D | 7D | 7D | 7C | 7C | 7C | 7C | 7D | 7D | áááááááááááááááá  |
| 00002550 | 7D | 7D | 7D | 7E | 7E | 7E | 7E | 7E | 7E | 7E | 7F | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 00002560 | 81 | 81 | 81 | 82 | 82 | 82 | 83 | 83 | 83 | 83 | 84 | 84 | 84 | 84 | 83 | 84 | áááááááááááááááá  |
| 00002570 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 83 | 83 | 83 | 83 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | áááááááááááááááá  |
| 00002580 | 81 | 80 | 80 | 80 | 80 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 80 | 7F | 7F | 80 | áááááááááááááááá  |
| 00002590 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 000025A0 | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 000025B0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 7F | 80 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | áááááááááááááááá  |
| 000025C0 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 000025D0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | áááááááááááááááá  |
| 000025E0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 01 |    |    |    |    |    |    |    |    | áááááááááááááááá  |

Fig.24 En esta imagen se puede observar como están organizados los datos en el archivo demo.wav. El sonido está en mono, muestreado a 8.000 Hz y 8 bits. Tiene un tamaño de 9.660 bytes, aquí se muestra solo una parte.

Además de aislar un sonido también es posible insertar, en cualquier punto, otro sonido. Partiendo del archivo **demo.wav** mostrado en la Fig.16 vamos a insertar la palabra “**prueba**”. Como ya hemos hecho antes, hay que seleccionar con el ratón la parte del gráfico correspondiente a la palabra “**prueba**” (ver Fig.20) y hacer click sobre el botón **Paste as New** para aislarlo (ves Fig.21). Ahora, como vimos anteriormente, hay que hacer click en el icono **Guardar**. Vamos a salvar el nuevo archivo con el nombre **demo2.wav**. A continuación cerramos la ventana.

En pantalla tendremos el gráfico correspondiente al archivo **demo.wav**. Vamos a llevar el cursor al principio del gráfico y, a continuación, vamos a hacer click en el botón **Append**. Cuando aparezca la ventana mostrada en la Fig.22 hay que hacer doble click en el archivo **demo2.wav**. Aparecerá en pantalla el gráfico resultante de la **suma** de los dos archivos **demo.wav** y **demo2.wav** (ver Fig.23).

Para verificar que esta operación se ha realizado correctamente basta con hacer click en el botón **Reproducir**: Se oirá “**wav... prueba... prueba**”. Para salvar el nuevo archivo hay que hacer click en el botón con forma de disquete (**Guardar**) y dar nombre al archivo (ver Fig.19). Ahora el archivo está listo para ser **convertido** y **trasladado** a la **EPROM**.

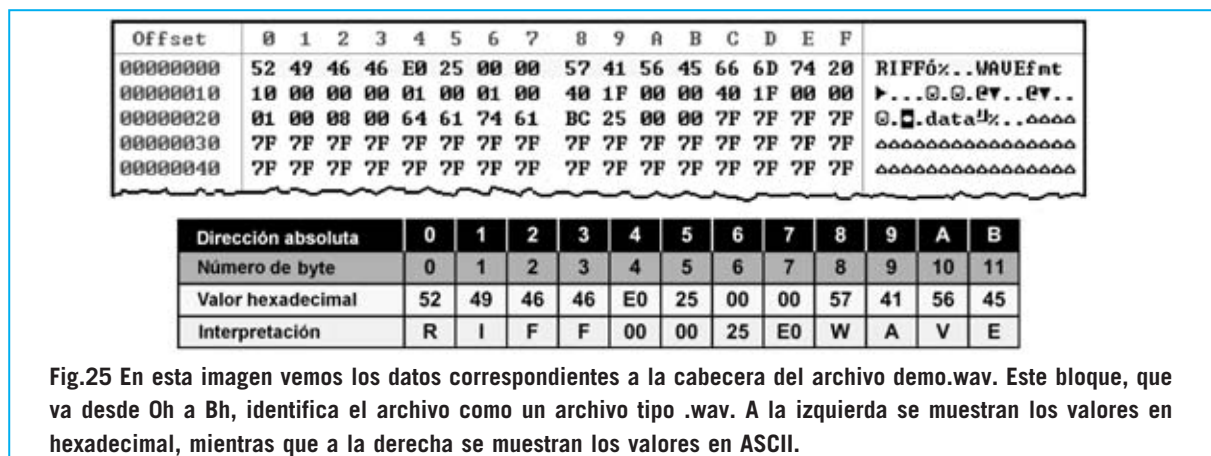
### CONVERSIÓN de sonido .WAV a BINARIO

Creemos que la forma más sencilla de entender la estructura de un archivo **.wav** es ver como se organizan los datos en un archivo. También en este caso vamos a utilizar como ejemplo el

archivo **demo.wav**, archivo que hemos generado en un ordenador con sistema operativo Windows. El archivo **demo.wav** está extraído de un sistema operativo **Windows 98 SE**. Está en **Mono**, ha sido muestreado a **8000 Hz (8 KHz) - 8 bits** y tiene un tamaño de **9660 bytes**, que corresponden a unos **9,47 KB**.

De hecho los archivos **.wav** a **8 bits/8 KHz mono** son la forma más simple de almacenar sonido digital. Por supuesto se pueden almacenar archivos con más bits y frecuencia de muestreo, lo que redundaría en más calidad y un **aumento notable** del **tamaño del archivo**. Por otra parte también hay que tener presente que es el único formato de archivo de sonido que almacena el sonido **directamente** sin ningún tipo de algoritmo de **compresión** (como **MPEG** o **MP3**). En efecto, la información correspondiente al sonido es almacenada sin ninguna preparación ni compresión. Solo se requiere una cierta estructuración de los datos, que a continuación detallamos para que podáis entender cómo se pueden convertir los datos contenidos en un archivo **.wav** a archivo **binario (.bin)**.

El contenido de los archivos **.wav** (ver Fig.24) se divide en **3 bloques** diferentes. El bloque de **Cabecera** (ver Fig.25) indica que el **archivo** es de **sonido** y con **formato .wav**. El bloque de **Configuración** (ver Fig.26) indica el **formato del sonido** contenido en el archivo, esto es, si es **mono** o **estéreo**, la **frecuencia** a la que ha sido muestreado y el número de **bits (8 o 16)**. Por último, el bloque de **Datos** (ver Fig.27) contiene todos los **valores numéricos** correspondientes a la **forma de onda del**





| Offset   | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  |                  |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------------------|
| 00000000 | 52 | 49 | 46 | 46 | E0 | 25 | 00 | 00 | 57 | 41 | 56 | 45 | 66 | 6D | 74 | 20 | RIFFó%.WAVEfmt   |
| 00000010 | 10 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | ...@.@.v..v..    |
| 00000020 | 01 | 00 | 08 | 00 | 64 | 61 | 74 | 61 | BC | 25 | 00 | 00 | 7F | 7F | 7F | 7F | @.data!%...ooo   |
| 00000030 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | oooooooooooooooo |
| 00000040 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | oooooooooooooooo |

| Dirección absoluta | C  | D  | E  | F  | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Número de byte     | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| Valor hexadecimal  | 66 | 6D | 74 | 20 | 10 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 |
| Interpretación     | f  | m  | t  | _  | 00 | 00 | 00 | 10 | 00 | 01 | 00 | 01 |

| Dirección absoluta | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  | 0  | 1  | 2  | 3  |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Número de byte     | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |
| Valor hexadecimal  | 40 | 1F | 00 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | 01 | 00 | 08 | 00 |
| Interpretación     | 00 | 00 | 1F | 40 | 00 | 00 | 1F | 40 | 00 | 01 | 00 | 08 |

Fig.26 En esta imagen se muestra el bloque de configuración. Este bloque, de 24 bytes de longitud, contiene toda la información necesaria para la reproducción del sonido (mono/estéreo, 8/16 bits, frecuencia de muestreo, etc.) y la longitud del archivo.

**sonido.** Son valores hexadecimales en el rango **00h** a **FFh** (**0** a **255** en decimal) que corresponden a la amplitud de la señal de sonido. Como consecuencia el **"0"** que marca la **mitad** de la amplitud del sonido (ver Fig.28) corresponde al valor **80h** (**128** decimal).

derecha a izquierda. Ordenados los bytes adecuadamente forman el número **00 00 25 E0**, que corresponde al decimal **9.696**. Por tanto el archivo tiene una longitud de **9.696 bytes**, es decir unos **9,47 KB**.

### Bloque de CABECERA (ver Fig.25)

La **cabecera** tiene la función de contener las palabras **RIFF** y **WAVE**, utilizadas para identificar al archivo como un archivo de sonido en formato **.wav**.

| Número byte | Función              |
|-------------|----------------------|
| 0-3         | palabra RIFF         |
| 4-7         | longitud del archivo |
| 8-11        | palabra WAVE         |

Todos los números mostrados en la Fig.25 son **hexadecimales**. Una vez interpretados adquieren su verdadero sentido. En efecto, todos los "secretos" de la cabecera están en los primeros de **12 bytes**, es decir del **0** al **11**, en hexadecimal del **0h** al **Bh**. Para interpretar los datos hay que seguir el orden adecuado y tener en cuenta lo que representan. Las **palabras** se escriben letra a letra con el valor hexadecimal correspondiente al código alfanumérico **ASCII**.

La **longitud del archivo** está escrita directamente en **binario** con **4 bytes**, de

### Bloque de CONFIGURACIÓN (ver Fig.26)

El segundo bloque es el más importante ya que contiene la información necesaria para la reproducción de este sonido

| Número byte | Función                        |
|-------------|--------------------------------|
| 0-3         | palabra fmt_                   |
| 4-7         | longitud del formato           |
| 8-9         | Valor fijo 01h                 |
| 10-11       | nº canales 1=Mono; 2=Estereo   |
| 12-15       | Frecuencia de muestreo (Hz)    |
| 16-19       | Bytes por segundo              |
| 20-21       | Bytes por muestreo*            |
|             | *1=8 bit Mono                  |
|             | *2=8 bit estéreo o 16 bit Mono |
|             | *4=16 bit estéreo              |
| 22-23       | Bits de muestreo               |

Los bytes **0** a **3** (de **Ch** a **Fh**) componen la palabra **"fmt\_"**. Los bytes **4** a **7** (de **0h** a **3h**), ordenados adecuadamente, forman el número **00 00 10**, que corresponde al decimal **16**, lo que quiere decir que el archivo tiene un formato de **16 bits**. El valor fijo de los bytes **8** a **9** (de **4h** a **5h**) tiene en cuenta si el **sonido** está

| Offset   | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  |                      |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|
| 00000000 | 52 | 49 | 46 | 46 | E0 | 25 | 00 | 00 | 57 | 41 | 56 | 45 | 66 | 6D | 74 | 20 | RIFFó%..WAVEfmt      |
| 00000010 | 10 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | ▶...@.@.eV..eV..     |
| 00000020 | 01 | 00 | 08 | 00 | 64 | 61 | 74 | 61 | BC | 25 | 00 | 00 | 7F | 7F | 7F | 7F | @. data%..oooo       |
| 00000030 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | oooooooooooooooooooo |
| 00000040 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | oooooooooooooooooooo |

| Dirección absoluta | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Número de byte     | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |
| Valor hexadecimal  | 64 | 61 | 74 | 61 | BC | 25 | 00 | 00 | 7F | 7F | 7F | 7F |
| Interpretación     | d  | a  | t  | a  | 00 | 00 | 25 | BC | △  | △  | △  | △  |

Fig.27 Aquí podemos observar el bloque de datos. Este bloque comienza con la identificación del propio bloque y con la indicación del tamaño de los datos correspondientes al sonido.

comprimido o no. Como usamos EPROMs de 8 bits el sonido es de **8 bits sin compresión**.

El número hexadecimal **00 01** correspondiente a los bytes **10 a 11** (de **6h a 7h**) indica que se trata de un archivo de sonido **Monofónico**. La información correspondiente a los bytes **12 a 15** (de **8h a Bh**) indica la **frecuencia de muestreo**, que es **8.000 Hz (00001F40h = 8.000 decimal)**.

**NOTA:** Esta frecuencia tiene que ser utilizada como reloj para una reproducción óptima del sonido.

Los bytes **16 a 19** (de **Ch a Fh**) indican los bytes procesados por segundo (b/s). En nuestro caso el valor es **8.000 b/s (00001F40h = 8.000 decimal)**. Los bytes **20 a 21** (de **0h a 1h**) contienen el valor **00 01**, lo que significa que se utiliza **1 byte (8 bits mono)** para el muestreo. Por último, los bytes **22 a 23** (de **2h a 3h**) contienen el valor **00 08**, lo que significa que se utilizan **8 bits** para el muestreo.

### Bloque de DATOS (ver Fig.27)

Aquí se encuentran los datos binarios correspondientes al sonido que llevaremos a la **EPROM** y que podremos **reproducir** con un Conversor Digital-Analógico (**DAC**).

| Número bytes | Función                    |
|--------------|----------------------------|
| 0-3          | palabra data               |
| 4-7          | longitud datos             |
| 8-fine       | datos binarios para el DAC |

Transformar un archivo **.wav** en un archivo **.bin** es una tarea relativamente sencilla. Hay que

tener en cuenta que para reproducir cualquier archivo **.wav** hay que saber la frecuencia con la que se ha grabado (**frecuencia de muestreo**). Si no se conoce es posible que el sonido se ralentice o se acelere. Además también hay que tener presente que los datos binarios representan todas las posibles amplitudes con valores comprendidos entre **00h y FFh**.

El **0 voltios** se representa con **80h**, por tanto los valores de **0h a 79h** (**0 a 127 decimal**) representan la parte **negativa** de la señal de audio, mientras que los valores de **81h a FFh** (**129 a 255 decimal**) representan la parte **positiva** de la señal.

### Conversión de un archivo .WAV a .BIN

Para poder cargar un archivo de sonido tipo **.wav** dentro de una EPROM y poderlo reproducir posteriormente hay que transformarlo a **binario**.

Esta operación es relativamente sencilla ya que los datos en formato binario ya están incluidos en el archivo **.wav**. Basta con extraer los datos binarios correspondientes al sonido. En concreto son los datos que se encuentran a partir de la dirección **2Ch** (ver Fig.29). La última dirección corresponde al valor indicado por los **cuatro bytes** que indican la **Longitud del bloque de datos** (ver Fig.27), en nuestro caso **00 00 25 BC** (ver Fig.27).

### MÉTODOS para hacer la CONVERSIÓN

Recordamos en primer lugar que con el programa **NEprom** se encuentran todos los

| Offset   | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | A  | B  | C  | D  | E  | F  |                      |
|----------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------------------|
| 00000000 | 52 | 49 | 46 | 46 | E0 | 25 | 00 | 00 | 57 | 41 | 56 | 45 | 66 | 6D | 74 | 20 | RIFfó%..WAUEfmt      |
| 00000010 | 10 | 00 | 00 | 00 | 01 | 00 | 01 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | 40 | 1F | 00 | 00 | ▶...@.@.e▼..e▼..     |
| 00000020 | 01 | 00 | 08 | 00 | 64 | 61 | 74 | 61 | BC | 25 | 00 | 00 | 7F | 7F | 7F | 7F | @.@.data%..aaaa      |
| 00000030 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | aaaaaaaaaaaaaaaa     |
| 00000040 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | aaaaaaaaaaaaaaaa     |
| 00000050 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | aaaaaaaaaaaaaaaa     |
| 00000060 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | aaaaaaaaCCCCCCCC     |
| 00000070 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | CCCCCCCCCCCCCCCC     |
| 00000080 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | CCCCCCCCCCCCCCCC     |
| 00000090 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | CCCCCCCCCCCCCCCC     |
| 000000A0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | CCCCCCCCCCCCCCCC     |
| 000000B0 | 80 | 80 | 7F | 80 | 7F | 80 | 80 | 80 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | CCΔCΔCCΔaaaaaa       |
| 000000C0 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | aaaaaaaaaaaaaaaa     |
| 00002540 | 80 | 80 | 7F | 7F | 7E | 7E | 7D | 7D | 7D | 7D | 7C | 7C | 7C | 7C | 7D | 7D | CCΔΔ~>>>>!!!!>>      |
| 00002550 | 7D | 7D | 7D | 7E | 7E | 7E | 7E | 7E | 7E | 7E | 7F | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | >>>~~~~~ΔΔΔCC        |
| 00002560 | 81 | 81 | 81 | 82 | 82 | 82 | 83 | 83 | 83 | 83 | 84 | 84 | 84 | 84 | 83 | 84 | uuúúéééáááááááááááá  |
| 00002570 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 84 | 83 | 83 | 83 | 83 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | 81 | ááááááááááááuuuuuuuu |
| 00002580 | 81 | 80 | 80 | 80 | 80 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 80 | 7F | 7F | 80 | üCCCCΔΔΔΔΔΔCΔC       |
| 00002590 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | CCCCCCCCCCCCCCCC     |
| 000025A0 | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | ΔCΔCCCCCCCCΔCΔCCCC   |
| 000025B0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 7F | 80 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | CCCCCCCΔCΔaaaaaa     |
| 000025C0 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | aaaaaaaaCCCCCCCC     |
| 000025D0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | CCCCCCCCCCCCCCCC     |
| 000025E0 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 80 | 01 |    |    |    |    |    |    |    |    | CCCCCCCC@            |

Fig.29 En esta imagen se muestra la parte del archivo correspondiente al sonido que debe convertirse a formato binario para poderla cargar dentro de una EPROM. Al tratarse de una parte muy extensa hemos reproducido únicamente el principio y el final. Como se puede observar el final coincide exactamente con el valor contenido en la parte del archivo que marca la longitud de los datos (00 00 25 BC).

programas necesarios para manipular y convertir los archivos de sonido para cargarlos en EPROM.

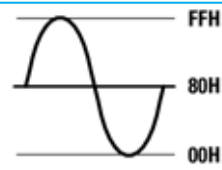


Fig.28 La amplitud del sonido se codifica con valores comprendidos entre 00h y FFh, por tanto el "0" correspondiente a la mitad de la amplitud de la señal de sonido tiene el valor 80h.

### Conversión MANUAL

Para poder manipular los valores digitales del contenido de un archivo es preciso un editor hexadecimal. Si ya disponéis de un editor hexadecimal lo podéis utilizar, no obstante también se puede utilizar el editor que hemos

incluido en el CDROM del programa **NEprom**. Se trata de un editor **freeware**, es decir de un programa gratuito que tiene casi todas las funciones de la versión comercial del programa, incluyendo las necesarias para nuestras necesidades. Si se desea se puede adquirir el programa completo, poniéndose en contacto con el autor.

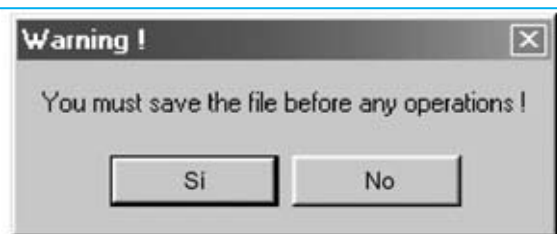


Fig.30 Para convertir un archivo .wav a un archivo .bin se puede utilizar el editor hexadecimal Hex Editor del programa NEPROM presentado en la revista N.237.

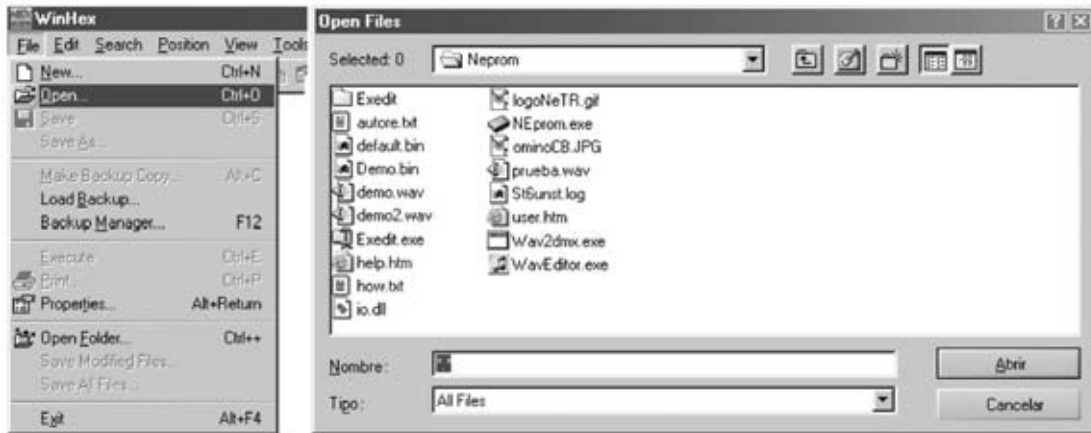


Fig.31 Para editar el archivo demo.wav y poderlo convertir en el archivo demo.bin, en primer lugar hay que abrirlo. Para realizar esta operación hay que seleccionar la función OPEN del menú FILE. Cuando se despliegue la lista de archivos hay que hacer doble click en demo.wav.

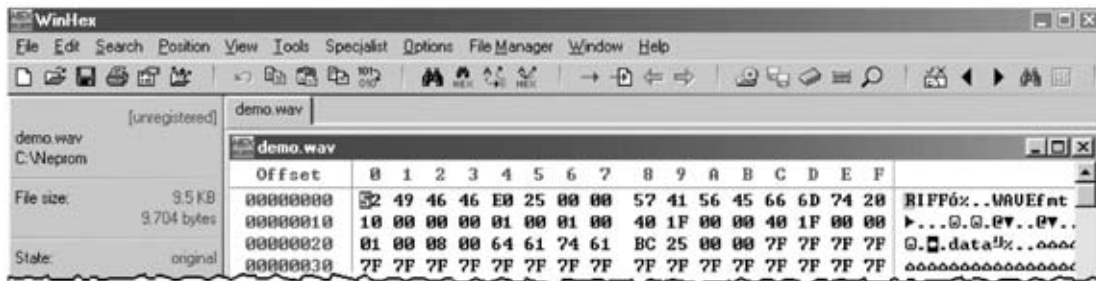


Fig.32 En pantalla se muestra el contenido del archivo demo.wav en hexadecimal. Para convertir manualmente este archivo a un archivo .bin hay que eliminar la información que no corresponde al sonido digitalizado.

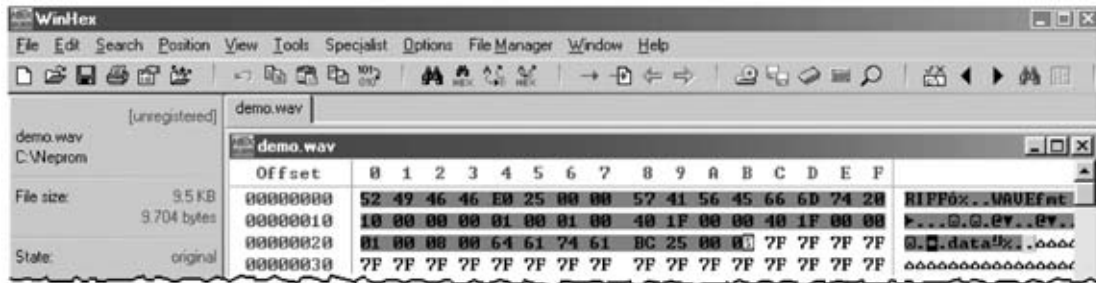


Fig.33 Hay que hacer click con el ratón sobre la primera celda intermitente y seleccionar los bloques de cabecera, configuración y el inicio del bloque de datos (ver Figs.25-27).

Para ejecutarlo hay que seleccionar la opción **Hex Editor** del menú **Utility** del programa **NEprom**. Al abrir el programa aparecerá la ventana de **aviso** mostrada en la Fig.30 que nos insta a salvar el archivo antes de continuar. Si no habéis hecho modificaciones hay que hacer click en **Sí**, en caso contrario hay que hacer click en **No** y salvar. Después de confirmar, haciendo click en **Sí**, aparecerá la ventana principal del editor hexadecimal.

Ahora hay que seleccionar la función **Open** del menú **File** (ver Fig.31). A continuación hay que hacer doble click en **demo.wav**. Se abrirá una ventana como la mostrada en la Fig.32 visualizando el contenido del archivo en **hexadecimal** y **ASCII**. Ahora vamos a hacer click sobre la **primera celda** (contiene un **52**) y, sin soltar el botón izquierdo del ratón, hay que seleccionar todos los números hasta el **comienzo de los datos correspondientes al**

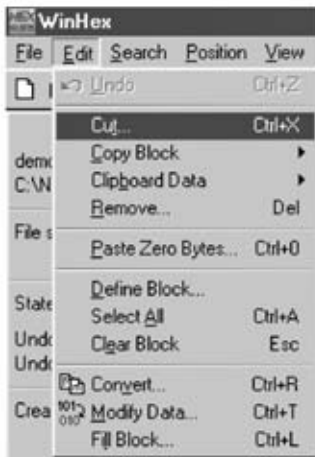


Fig.34 Las celdas mostradas en la Fig.33 han de eliminarse mediante la función CUT del menú EDIT.

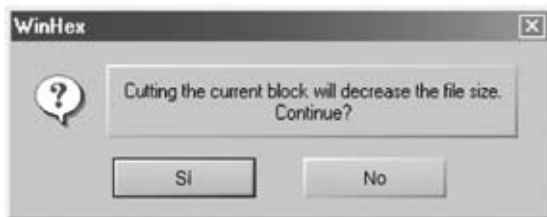


Fig.35 Antes de eliminar las celdas el programa pide una confirmación de la operación a través de esta ventana . Hay que hacer click en SI.

**sonido** (ver Fig.33). Al soltar el botón izquierdo del ratón los números quedarán seleccionados. Una vez seleccionados los valores que **no** corresponden al sonido digitalizado hay que seleccionar la función **Cut (Cortar)** del menú **Edit** (ver Fig.34). El programa responde con una pregunta de confirmación (ver Fig.35) a la que contestaremos **Sí**.

En este momento hemos quitado la información **precedente** no perteneciente al sonido digitalizado, ahora vamos a eliminar la información **posterior** no perteneciente al sonido digitalizado.

Utilizando la barra de desplazamiento para movernos, hay que seleccionar los datos correspondientes desde la dirección **00 00 25 BD** hasta al **final del archivo** (ver Fig.37), y seleccionar la función **Cut (Cortar)** del menú **Edit** (ver Fig.34). El programa responde con una pregunta de confirmación (ver Fig.35) a la que contestaremos **Sí**. Ahora ya solo queda la información correspondiente al sonido digitalizado. Es el momento de **salvar** a disco a través de la función **Save As** del menú **File** (ver Fig.38). En la ventana desplegada hay que escribir el **nombre del archivo** con extensión **.bin** en el apartado **Nombre:**.

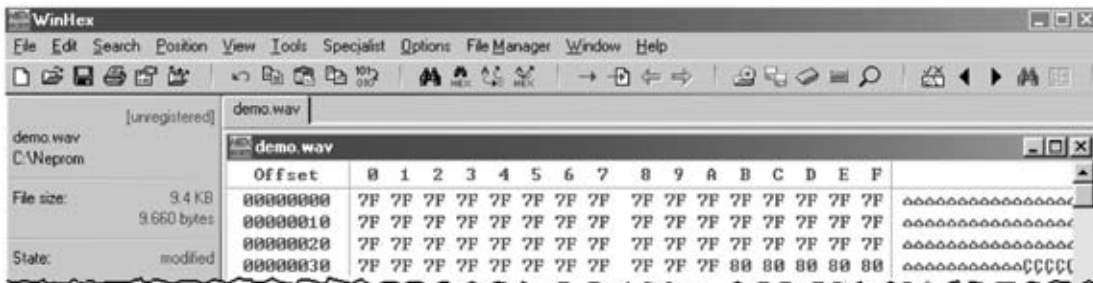


Fig.36 Después de haber cortado la información precedente al sonido digitalizado el programa muestra este aspecto. Utilizando la barra de desplazamiento vertical hay que posicionarse en la dirección 00 00 25 BC.

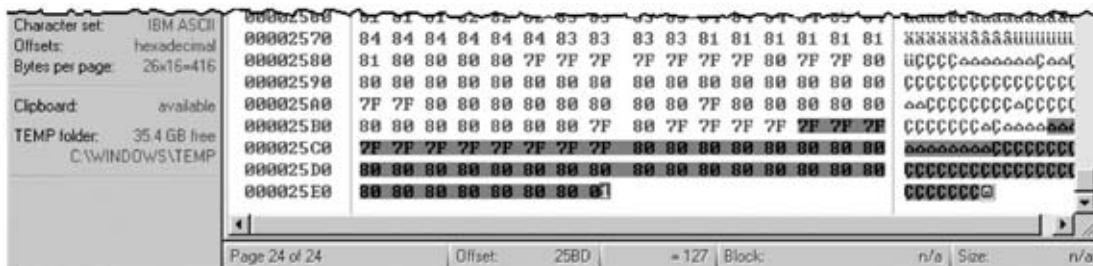


Fig.37 Ahora hay que seleccionar las celdas que se muestran en esta imagen y eliminarlas mediante la función CUT del menú EDIT. Cuando el programa pida confirmación hay que hacer click en SI.

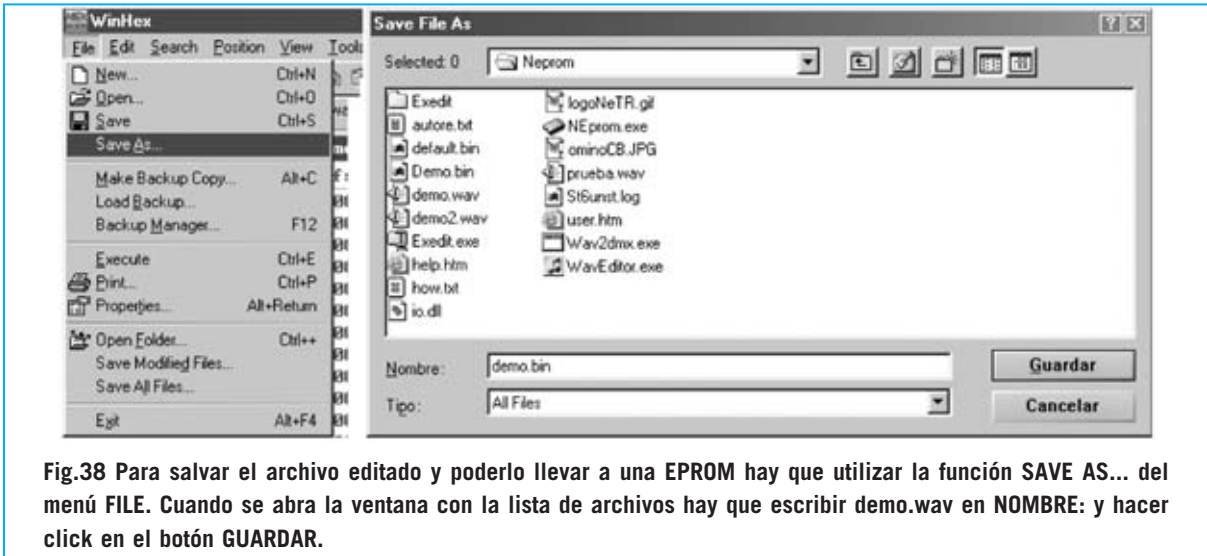


Fig.38 Para salvar el archivo editado y poderlo llevar a una EPROM hay que utilizar la función SAVE AS... del menú FILE. Cuando se abra la ventana con la lista de archivos hay que escribir demo.wav en NOMBRE: y hacer click en el botón GUARDAR.

El archivo, que hemos denominado **demo.bin**, ya está listo para ser trasladado a una **EPROM 27256** a través de nuestro **Programador LX.1574-1575** y para ser reproducido con la tarjeta **LX.1571**.

### Conversión AUTOMÁTICA

Si preferís realizar de **forma automática** el proceso anteriormente descrito, en primer lugar hay que comenzar haciendo click en el icono con forma de **saxofón** de la ventana principal del programa **NEprom**. Se mostrara la imagen de la Fig.13.

Ahora hay que hacer click en el botón **Wave to Binary**. Aparecerá una ventana como la mostrada en la Fig.39. Para abrir el archivo hay que hacer doble click sobre su nombre (**demo.wav**). A continuación aparecerá la ventana mostrada en la Fig.40, informando de que el archivo ha sido convertido. Para continuar hay que hacer click en **Aceptar**. Si queremos volver al programa **NEprom** hay que hacer click en el icono **Return** con forma de interruptor (ver Fig.13). Ahora en la **carpeta NEprom** encontraréis un archivo con el mismo nombre del archivo **.wav** pero con extensión **.bin** listo para ser llevado a EPROM.

### CONCLUSIÓN

Con este sistema podéis grabar cualquier sonido en EPROM y utilizarlo en multitud de aplicaciones con nuestro **Reproductor LX.1571**:

Sistemas de **sonorización pública** automática (metro, tren, aeropuertos), sonido personalizado para un **sistema de alarma**, **efectos especiales** de ambientación sonora en **modelismo**, en **domótica** para personalizar los mensajes, etc.

El software descrito en este artículo se encuentra en el **CDR1574**, incluido en el **Programador de EPROM LX.1574**. No obstante este CDROM también puede adquirirse de forma independiente al precio de .....**13,60 €**  
**EL PRECIO NO INCLUYE I.V.A.**

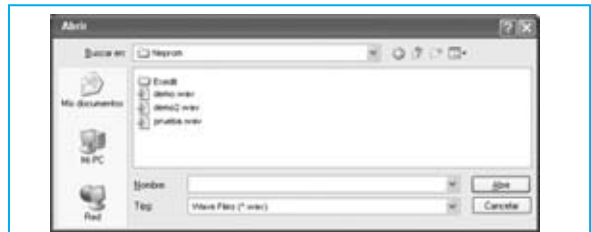
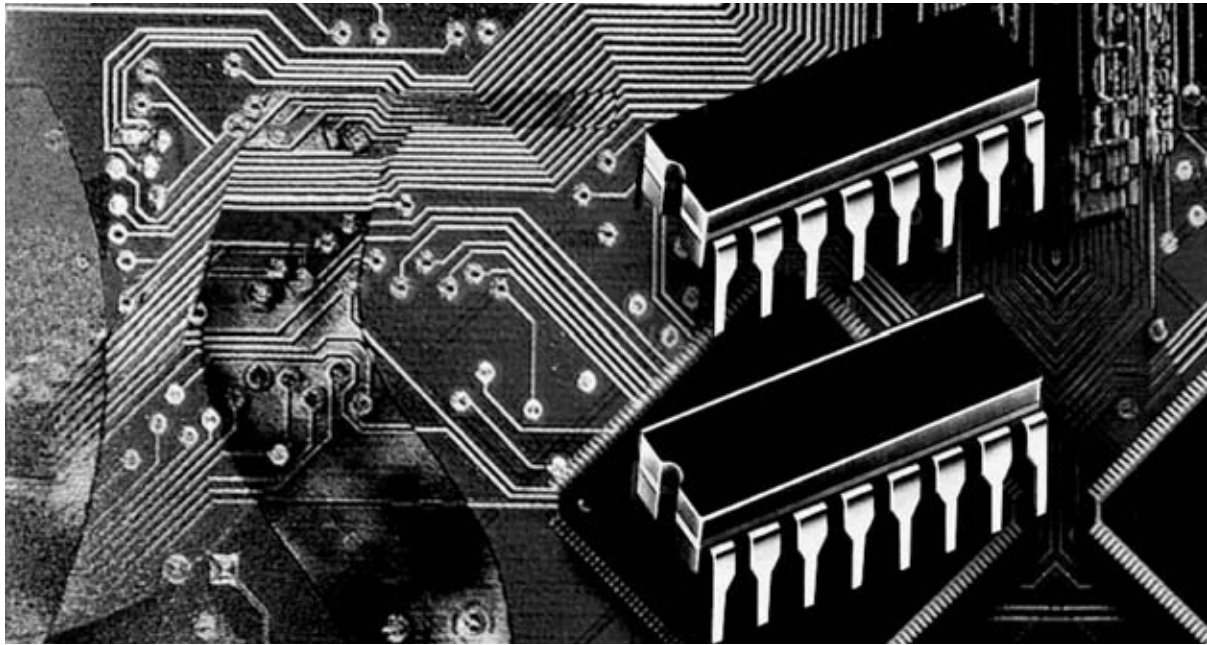


Fig.39 Para realizar automáticamente la conversión hay que utilizar la opción WAVE TO BINARY cuando estemos en la pantalla mostrada en la Fig.13. Cuando aparezca esta ventana hay que hacer doble click en demo.wav.



Fig.40 Después de un instante aparece esta ventana avisando de la realización de la conversión. Para cerrarla hay que hacer click en ACEPTAR.



# PROGRAMACIÓN CON MICROCON

En este artículo retomamos los modos de direccionamiento, cuya exposición comenzó en el tercer artículo publicado en la revista N.233. En esta ocasión abordamos el direccionamiento relativo, modo utilizado en las instrucciones de salto relativo condicional e incondicional.

El modo de direccionamiento del que nos ocupamos en este artículo afecta directamente al **valor del Contador de Programa** (registro **Program Counter**), es decir al registro que contiene la dirección de memoria de la instrucción siguiente a ejecutar.

Por esta razón consideramos oportuno comenzar explicando brevemente como se **ejecutan** las **instrucciones** dentro del microcontrolador y como afectan al registro **Program Counter**.

La **ejecución** de cualquier instrucción consta de varios **pasos elementales** marcados por la señal de reloj del oscilador, independientemente de si es interno o externo. Cada paso elemental se denomina **ciclo**. A pesar de que hay muchas instrucciones diferentes y constituidas por un número de **ciclos variable**, su ejecución se realiza siempre en **tres fases** comunes:

## Fase de BÚSQUEDA de la instrucción (FETCH)

Tomando como base la dirección indicada por el registro Program Counter la unidad de control **adquiere** de la memoria la instrucción para su posterior análisis y ejecución. A continuación se **incrementa** el valor del registro **Program Counter** para que apunte a la dirección de memoria siguiente, donde se encuentra la próxima instrucción a ejecutar.

## Fase de ANÁLISIS (decodificación) de la instrucción

Se **interpreta** el código (**op-code**) de la instrucción adquirida en la fase de búsqueda.

## Fase de EJECUCIÓN de la instrucción

La unidad de control de la CPU procede a **ejecutar** la instrucción analizada y, si es

necesario, confecciona el valor del operando.

En la Fig.1 se muestra de forma gráfica el esquema de funcionamiento de las **tres fases** con cada uno de los **ciclos** que las componen.

### Direccionamiento ABSOLUTO y RELATIVO

Para entender como funciona el **direccionamiento relativo**, argumento de este artículo, es importante entender lo que sucede cuando, en presencia de una instrucción de **salto**, la **CPU** sencillamente accede a una nueva zona de memoria **cambiando** el **contenido** del registro **Program Counter**, y por lo tanto la secuencia de ejecución de las instrucciones.

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| (FB10h) | <b>jp olmx</b>                     |
| (FB13h) | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| (FB2Bh) | <b>olmx bres PORT_A,#2</b>         |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| (FB4Ch) | <b>jp olmx</b>                     |
| (FB4Fh) | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |

El significado de la instrucción

(FB10h) **jp olmx**  
es saltar a la instrucción con la etiqueta **olmx**.

El **compilador Assembler** traduce esta instrucción a un valor hexadecimal formado por

# TROLADORES ST7 LITE 09 (4)

El modo más sencillo de entenderlo es **comparando** dos programas de ejemplo con secuencias diferentes de instrucciones, utilizando en el primer programa una instrucción que, por su naturaleza, **no** use el direccionamiento relativo, sustituyéndola en el segundo programa por una instrucción que **sí** utilice el direccionamiento relativo.

Comparando el comportamiento de los dos programas es muy fácil observar las diferencias y entender el funcionamiento del **direccionamiento relativo**.

Recordamos que los valores **hexadecimales** en cursiva encerrados entre paréntesis indican las **direcciones de memoria** en la que se encuentran las instrucciones. Se exponen con el único objetivo de entender el funcionamiento del direccionamiento.

### Programa de EJEMPLO N.1

En este grupo de instrucciones hemos utilizado la instrucción **jp (jump)** de salto incondicional. El salto **siempre** se produce y es **absoluto**.

el **op-code** de la instrucción **jp**, que es **CCh** para el Assembler del micro ST7, y por la **dirección de memoria** del operando **olmx**. Ya que la etiqueta **olmx**, como se puede observar en el listado, está asociada a la dirección **FB2Bh**, después de la compilación el código operativo de esta instrucción está formado por **3 bytes: CCFB2Bh**.

Cuando se ejecuta el programa, para **saltar** a la instrucción con etiqueta **olmx** la **CPU** introduce en el registro **Program Counter** el valor del operando (**FB2Bh**).

En la práctica, de los tres bytes de **CCFB2Bh** que componen el código de la instrucción, los dos de la derecha (**FB2Bh**) corresponden la dirección de memoria a la que se salta cuando se ejecuta la instrucción. En este caso se trata de una dirección **absoluta**, ya que **todas** las **instrucciones jp** de salto con el operando **olmx** incluidas en el programa, como por ejemplo:

(FB4Ch) **jp olmx**  
generan un código que siempre tiene el mismo valor: **CCFB2Bh**.



Por lo tanto, una vez lanzado el programa, cuando se ejecuta la instrucción **jp olmx**, el registro **Program Counter** siempre se modifica con la dirección presente en los dos bytes de la derecha, en nuestro caso **FB2Bh**. De esta forma el programa salta desde cualquier punto de la memoria a la instrucción con etiqueta **olmx**, independientemente de que la instrucción **jp** se encuentre **antes** o **después** de la dirección de la etiqueta **olmx**. Es importante recordar que **Program Counter** es un registro de **16 bits (2 bytes)**, por tanto también en este ejemplo se modifican los dos bytes.

### Programa de EJEMPLO N.2

En este grupo de instrucciones hemos utilizado una instrucción de salto incondicional, pero con direccionamiento **relativo: jra (jump relative always)**.

En particular hemos reemplazado las instrucciones

(FB10h)                    **jp olmx**  
 (FB4Ch)                    **jp olmx**  
 por las instrucciones:

(FB10h)                    **jra olmx**  
 (FB4Ch)                    **jra olmx**

|         |                                    |
|---------|------------------------------------|
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| (FB10h) | <b>jra olmx</b>                    |
| (FB12h) | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| (FB2Bh) | <b>olmx        bres PORT_A,#2</b>  |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |
| (FB4Ch) | <b>jra olmx</b>                    |
| (FB4Eh) | ..... ; instrucciones del programa |
| .....   | ..... ; instrucciones del programa |

Hemos introducido intencionadamente **dos** instrucciones idénticas **jra olmx**, si bien se encuentran en diferentes direcciones de memoria, una **antes** de la dirección asociada a la etiqueta **olmx** y otra **después**.

Comencemos analizando la primera, es decir:  
 (FB10h)                    **jra olmx**

Cuando el compilador traduce esta instrucción reemplaza la instrucción **jra** por su **op-code (20h)** para el Assembler del micro ST7), y como dirección de salto (**olmx**) no inserta la dirección de memoria del operando sino la **diferencia** entre esta dirección (**FB2Bh**) con la dirección de memoria de la **instrucción siguiente** a la de salto (**FB12h**), es decir:

$$FB2Bh - FB12h = 19h$$

Este valor se denomina **desplazamiento**.

Una vez realizada la compilación el código de la instrucción no es de tres bytes, como en el ejemplo anterior, sino de **2 bytes: 2019h**. Resumiendo, se puede decir que el **direccionamiento relativo** es la **distancia** (en **bytes**) entre la instrucción siguiente a la de salto (**jra**) y la etiqueta (**olmx**) a la que se salta. Cuando se ejecuta la instrucción **2019h (jra olmx)** la CPU **incrementa** el registro **Program Counter**, que contiene ya la dirección de memoria de la instrucción siguiente a ejecutar (en nuestro caso **FB12h**), con el valor del desplazamiento (**19h**). Así el programa salta a **olmx**, en efecto: **FB12h + 19h = FB2Bh**.

La primera consecuencia que se puede observar es que mientras en el primer ejemplo el operando **olmx** fue traducido a un código de 2 bytes, con la instrucción **jra** el operando **olmx** ocupa solo **1 byte**. Esto permite ahorrar espacio, aunque la distancia máxima que se puede tener entre una instrucción de salto **relativo** y la correspondiente **etiqueta** es de **256 bytes** (de 0 a 255), mientras que con la instrucción **jp** de salto absoluto no se fijan límites en la distancia entre las instrucciones.

En realidad, ya que tiene que ser posible saltar a una etiqueta que se encuentre definida tanto **antes** como **después** de la instrucción de salto relativo, la **distancia máxima** permitida es de **-127 a +128 bytes** de la instrucción siguiente a la de salto. Llegados a este punto nos encontramos un primer obstáculo ¿Cómo es posible indicar un valor de **desplazamiento negativo** ya que, en principio, el binario **no** permite la posibilidad de representar el signo menos?. La realidad es que sí es posible ya que existe un sistema de numeración

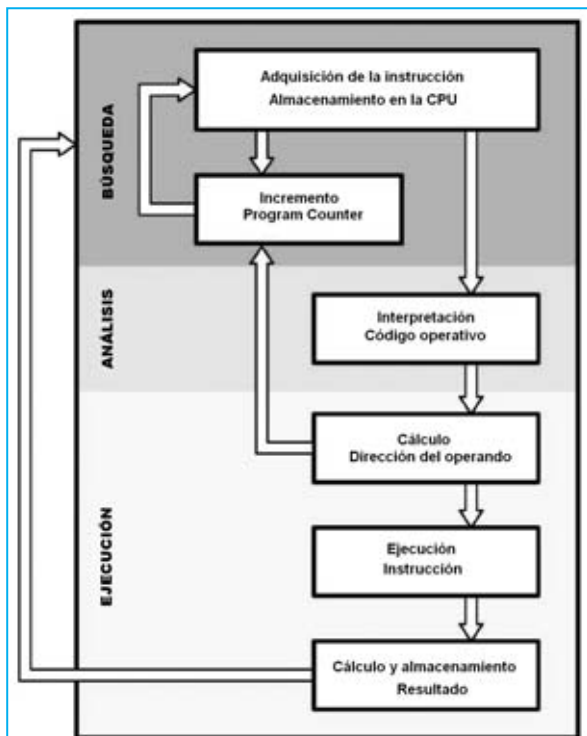


Fig.1 Esquema de funcionamiento de la ejecución de una instrucción. La unidad de control activa una secuencia de pasos al ritmo marcado por la señal de reloj. Como se puede observar el proceso se divide en tres fases: Búsqueda, análisis y ejecución propiamente dicha. En cuanto se adquiere la instrucción la Unidad de Control incrementa el valor del registro Program Counter, pudiendo ser posteriormente incrementado por un operando.

binaria para números negativos: **El complemento a 2.**

Para explicar como se realiza este proceso hemos introducido la segunda instrucción **jra**, es decir la definida después de la etiqueta **olmx**:

**(FB4Ch)                    jra olmx**

En esta instrucción la **dirección de memoria es más alta** que la dirección de memoria de la etiqueta **olmx**.

Como hemos visto anteriormente cuando el **compilador** traduce esta instrucción reemplaza la instrucción **jra** por su **op-code (20h)** y como dirección de salto inserta la **diferencia** entre la dirección de memoria de la

instrucción con etiqueta **olmx (FB2Bh)** y la dirección de memoria de la instrucción siguiente a la de salto (**FB4Eh**), es decir:

$$\text{FB2Bh} - \text{FB4Eh} = \text{FFDDh}$$

Ya que el primer término de la sustracción (**FB2Bh**) es más **pequeño** que el segundo término (**FB4Eh**) el resultado es negativo. Para expresar este resultado se utiliza el **complemento a 2.**

**NOTA:** En artículos anteriores se expuso el concepto de **valor negativo** al abordar el **Flag N** del registro **Condition Code**. Recordamos que el microcontrolador interpreta como **positivos** los valores comprendidos entre **0h** y **7Fh** (0 y 127 en decimal) y como **negativos** los valores comprendidos entre **80h** y **FFh** (128 a 255 en decimal).

Resumiendo, el compilador utiliza como valor de **desplazamiento** el byte menos significativo (**LSB**) de la sustracción, es decir **DDh**, y traduce la instrucción entera a un código de instrucción de **2 bytes: 20DDh.**

Cuando la ejecución del programa llega a la instrucción de salto **jra olmx**, la CPU utiliza la **ALU** (Unidad Aritmético-Lógica) para ejecutar el cálculo. Sin introducirnos demasiado en los detalles internos que no aclaran en nada el mecanismo de direccionamiento, se realiza la sustracción en **complemento a 2:**

$$\text{FB2Bh} - \text{FB4Eh} = \text{FFDDh}$$

Si queremos **comprobar** la operación solo hay que sumar **FFDDh** a **FB4Eh**, el resultado debería ser **FB2Bh**, pero en realidad es **01FB2Bh**, es decir ocupa **3 bytes.**

Este suceso se denomina **desbordamiento (overflow)** ya que el resultado ocupa **más espacio** que el espacio donde se tiene que almacenar, en este caso los **2 bytes** del registro **Program Counter**. El valor es truncado a **2 bytes**, por lo que el registro **Program Counter** pasa a valer **FB2Bh** que es la dirección de memoria de la etiqueta **olmx**. De esta forma el programa salta hacia atrás. La explicación indudablemente es larga. Ahora bien, está

justificada por el hecho de que el modo de direccionamiento **relativo** es muy importante.

En efecto, además de la instrucción **jra** el resto de **instrucciones de salto condicional** (ver Tabla N.1) utilizan también el direccionamiento relativo. Son muy utilizadas en los programas. A medida que se adquiere práctica con la programación el empleo del **direccionamiento relativo** se hace muy sencillo y permite escribir bloques y subrutinas que se pueden emplear más de una vez en el mismo programa, o incluso utilizarse en programas diferentes.

Siempre que se utilice una instrucción con direccionamiento relativo hay que tener presente la **distancia** a la **etiqueta** para que no se encuentre **fuera del rango de direccionamiento**. Si esto sucede el compilador muestra un mensaje de **error** como el reproducido en la Fig.2.

Cuando expliquemos la utilización de cada una de las instrucciones os enseñaremos una técnica para **no** tener problemas casi nunca. Ahora vamos a exponer los dos modos de direccionamiento relativo.

## DIRECCIONAMIENTO RELATIVO

Como hemos visto, el **direccionamiento relativo** implica esencialmente al registro **Program Counter** haciéndolo variar en un valor que oscila entre **-127** y **+128** bytes. Este direccionamiento tiene **dos modos**:

### Relativo Directo

### Relativo Indirecto

## Relativo DIRECTO

En el ejemplo anterior hemos utilizado la instrucción **jra olmx** (ver listado del Programa de ejemplo N.2). Esta instrucción utiliza el modo **relativo directo**.

En este modo el **valor** del **operando (desplazamiento)** constituye la distancia entre la instrucción y la etiqueta, almacenándose en el operando de la instrucción. En este caso el valor del registro **Program Counter** es incrementado o decrementado directamente con valor del **desplazamiento**.

Si se comete un error el **compilador** indica si se ha producido un desplazamiento más grande del permitido.

## Relativo INDIRECTO

En este modo el **desplazamiento** efectivo no se almacena como operando de la instrucción sino que es **memorizado** en un byte de memoria **RAM** al que se asociada normalmente una etiqueta.

Por tanto el operando de la instrucción no contiene el valor del desplazamiento sino la **dirección de memoria** dónde está contenido este valor.

Para distinguir esta modo del directo el operando se encierra entre **corchetes**.

Para aclarar el uso de este modo a continuación proponemos un listado de ejemplo que también utiliza la instrucción **jra** pero con direccionamiento **relativo indirecto**.

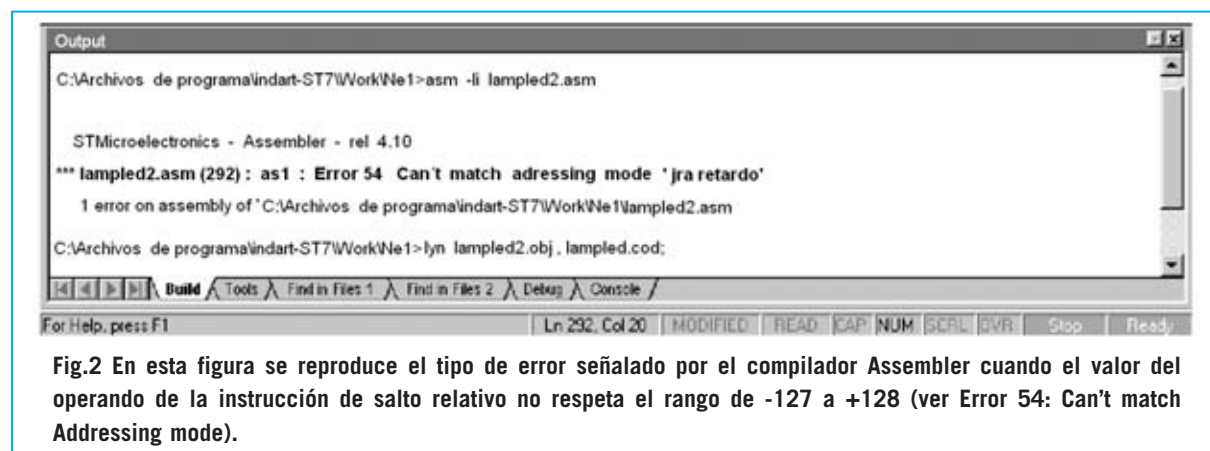


Fig.2 En esta figura se reproduce el tipo de error señalado por el compilador Assembler cuando el valor del operando de la instrucción de salto relativo no respeta el rango de -127 a +128 (ver Error 54: Can't match Addressing mode).

|         |             |                              |
|---------|-------------|------------------------------|
| (0087h) | <b>TEST</b> | <b>DS.B 1</b>                |
| .....   | .....       | ; instrucciones del programa |
| .....   | .....       | ; instrucciones del programa |
| (FA33h) |             | <b>ld a,#0Ch</b>             |
| (FA35h) |             | <b>ld TEST,a</b>             |
| (FA37h) |             | <b>jra [TEST]</b>            |
| (FA3Ah) |             | <b>bset PORT_A,#0</b>        |
| .....   | .....       | ; instrucciones del programa |
| .....   | .....       | ; instrucciones del programa |
| (FA46h) |             | <b>bres PORT_A,#0</b>        |

Con la primera instrucción:

```
(0087h) TEST DS.B 1
```

se define en el área **Data Memory** una variable de 1 byte de longitud llamada **TEST** y localizada en la dirección **87h**.

Cuando el compilador encuentra la instrucción:

```
(FA33h) ld a,#0Ch
```

en el acumulador **a** se carga el valor **0Ch**, mientras que la instrucción:

```
(FA35h) ld TEST,a
```

lleva el contenido de **a (acumulador)** a la variable **TEST**. Después de esta instrucción la variable **TEST** contiene el valor **0Ch**.

Cuando el compilador encuentra la instrucción:

```
(FA37h) jra [TEST]
```

traduce **jra** en el op-code **20h**.

Como el operando **TEST** está encerrado entre **corchetes** se reconoce el modo **indirecto** y se antepone al op-code **20h** el valor **92h**. Por último se agrega la dirección de **TEST (87h)**. El resultado final de la compilación de esta instrucción es **922087h**.

Cuando al ejecutar el programa se procesa la instrucción **922087h**, el registro **Program Counter**, que contiene ya la dirección de memoria de la instrucción siguiente a ejecutar (**FA3Ah** en nuestro caso), se **incrementa** con el **valor contenido** en la variable **TEST** (dirección **87h**), es decir con **0Ch**.

El programa salta pues a **FA3Ah + 0Ch**, es decir a:

```
(FA46h) bres PORT_A,#0
```

instrucción que **pone a 0** el terminal **0** del **Puerto A**.

Llegado este punto parece bastante evidente la **diferencia** entre los dos modos de direccionamiento relativo.

En modo **Directo** el operando indicado en la instrucción de salto es la dirección de una etiqueta, por tanto el Compilador Assembler realiza el cálculo de la **distancia** que separa la instrucción de salto de la etiqueta y controla que esté comprendida entre **-127** y **+128**. La instrucción en formato ejecutable contendrá el valor de esta distancia y no se puede modificar. Es decir, la instrucción de direccionamiento directo **jra olmx** siempre salta únicamente a la etiqueta **olmx**.

En modo **indirecto** el operando que indicamos en la instrucción de salto es la **dirección** de una **variable** en memoria RAM que contiene el valor de incremento/decremento del registro Program Counter. En este modo de direccionamiento el compilador se limita a controlar que la variable esté definida en el área **Program Space**. No se producen errores de salto ya que al tener la variable un byte de longitud la posibilidad de salto está dentro de los límites de **-127** a **+128**.

Sin embargo, en este caso el **salto** puede ser **variable** y por tanto la misma instrucción puede hacer saltar el programa a puntos diferentes. En otras palabras, la instrucción **jra [TEST]** hace saltar al programa a las direcciones de memoria según el valor presente en **TEST**. El único problema que puede plantearse es el cálculo del número a introducir en la variable **TEST** para obtener el salto a la dirección deseada.

Una ayuda bastante importante es la proporcionada por algunas **directivas Assembler** que trataremos en el momento adecuado. Para ahora nos detenemos aquí con el tema del direccionamiento.

## RESUMEN DIRECCIONAMIENTO RELATIVO

Las instrucciones que utilizan el modo de **direccionamiento relativo** son las instrucciones de **salto relativo condicional**, como por ejemplo **jrt jrf jrm** etc. (ver Tabla N.1), la instrucción **jra** de **salto relativo incondicional** y la instrucción **callr**. Como la instrucción **call**, la instrucción **callr** almacena en la **Pila (Stack Memory)** la dirección de la instrucción siguiente a la solicitud de inicio de la subrutina, pero en este caso la **dirección** es el resultado de **sumar** el valor del **desplazamiento** y el valor contenido en el registro **Program Counter** de la instrucción siguiente.

**NOTA:** El funcionamiento y empleo del **Puntero de Pila** (registro **Stack Pointer**) ya ha sido detallado en artículos anteriores de esta serie.

El modo **relativo** se utiliza para modificar el valor contenido en el registro Program Counter. En efecto, el operando de la instrucción añade un valor de **desplazamiento** (entre **-127** y **+128**) al valor del registro Program Counter. En el caso de que la instrucción trabaje en modo **relativo directo** el valor del registro **Program Counter** se incrementa o decrementa con el **valor del desplazamiento**, mientras que si trabaja en modo **relativo indirecto** el operando (entre corchetes) contiene la **dirección del desplazamiento**.

### EJEMPLO de OP-CODE

A continuación exponemos algunos ejemplos de instrucciones con modo de **direccionamiento relativo** en formato **Assembler** y en formato **ejecutable** (ver columna **op-code**). Las abreviaturas utilizadas empleadas son las que se utilizan en los **manuales** de las instrucciones Assembler de los micros ST7. Su significado es el siguiente:

**rel** = relativo directo

**[rel]** = relativo indirecto

| Modo  | Instrucción Assembler | Op-code  |
|-------|-----------------------|----------|
| rel   | jrne loop             | 26 XX    |
| [rel] | jrne [10h]            | 92 26 XX |

**26:** Valor del código de operación de la instrucción **jrne**. Si, por ejemplo, hubiéramos utilizado la instrucción **jrpl** el valor habría sido **2A**.

TABLA N.1 INSTRUCCIONES Y DIRECCIONAMIENTO

| Mnemo<br>Instrucción | Descripción<br>Instrucción | Direccionamiento |       |
|----------------------|----------------------------|------------------|-------|
|                      |                            | rel              | [rel] |
| ADC                  | Addition with Carry        |                  |       |
| ADD                  | Addition                   |                  |       |
| AND                  | Logical And                |                  |       |
| BCP                  | Logical Bit compare        |                  |       |
| BRES                 | Bit reset                  |                  |       |
| BSET                 | Bit set                    |                  |       |
| BTJF                 | Bit test and Jump if false |                  |       |
| BTJT                 | Bit test and Jump if true  |                  |       |
| CALL                 | Call subroutine            |                  |       |
| CALLR                | Call subroutine relative   | •                | •     |
| CLR                  | Clear                      |                  |       |
| CP                   | Compare                    |                  |       |
| CPL                  | One Complement             |                  |       |
| DEC                  | Decrement                  |                  |       |
| HALT                 | Halt                       |                  |       |
| INC                  | Increment                  |                  |       |
| IRET                 | Interrupt routine return   |                  |       |
| JP                   | Absolute Jump              |                  |       |
| JRA                  | Jump relative always       | •                | •     |
| JRT                  | Jump relative              | •                | •     |
| JRF                  | Never Jump                 | •                | •     |
| JRIH                 | Jump if Port INT pin = 1   | •                | •     |
| JRIL                 | Jump if Port INT pin = 0   | •                | •     |
| JRH                  | Jump if H = 1              | •                | •     |
| JRNH                 | Jump if H = 0              | •                | •     |
| JRM                  | Jump if I = 1              | •                | •     |
| JRNM                 | Jump if I = 0              | •                | •     |
| JRMI                 | Jump if N = 1 (minus)      | •                | •     |
| JRPL                 | Jump if N = 0 (plus)       | •                | •     |
| JREQ                 | Jump if Z = 1 (equal)      | •                | •     |
| JRNE                 | Jump if Z = 0 (not equal)  | •                | •     |
| JRC                  | Jump if C = 1              | •                | •     |
| JRNC                 | Jump if C = 0              | •                | •     |
| JRULT                | Jump if C = 1              | •                | •     |
| JRUGE                | Jump if C = 0              | •                | •     |
| JRUGT                | Jump if (C + Z = 0)        | •                | •     |
| JRULE                | Jump if (C + Z = 1)        | •                | •     |
| LD                   | Load                       |                  |       |
| MUL                  | Multiply                   |                  |       |
| NEG                  | Negate (2's complement)    |                  |       |
| NOP                  | No operation               |                  |       |
| OR                   | Or operation               |                  |       |
| POP                  | Pop from the Stack         |                  |       |
| POP                  | Pop CC                     |                  |       |
| PUSH                 | Push onto the Stack        |                  |       |
| RCF                  | Reset carry flag           |                  |       |
| RET                  | Subroutine return          |                  |       |
| RIM                  | Enable Interrupts          |                  |       |
| RLC                  | Rotate left true C         |                  |       |
| RRC                  | Rotate right true C        |                  |       |
| RSP                  | Reset stack pointer        |                  |       |
| SBC                  | Subtract with Carry        |                  |       |
| SCF                  | Set carry flag             |                  |       |
| SIM                  | Disable interrupts         |                  |       |
| SLA                  | Shift left Arithmetic      |                  |       |
| SLL                  | Shift left Logic           |                  |       |
| SRA                  | Shift right Arithmetic     |                  |       |
| SRL                  | Shift right Logic          |                  |       |
| SUB                  | Substraction               |                  |       |
| SWAP                 | Swap nibbles               |                  |       |
| TNZ                  | Test for Neg & Zero        |                  |       |
| TRAP                 | S/W trap                   |                  |       |
| WFI                  | Wait for interrupt         |                  |       |
| XOR                  | Exclusive OR               |                  |       |

**92:** Valor que identifica el modo **indirecto**. Siempre es el mismo para cualquier instrucción de **salto relativo indirecto**.

**XX:** Valor del operando. Contiene el valor del desplazamiento.

| FAMILIA                                | Código  | Descripción                                       | PVP                                       | Revista  | Mueble   |          |
|--|---|---|---|----------|----------|----------|
| <b>TELECOMUNICACIONES</b>              | LX 1349   | Simple TX-FM para la gama 144-146 MHz             | 46,43                                     | 170      | *        |          |
|  | LX 1489   | Transmisor en CW de 12 vatios en 3 MHz            | 41,60c                                    | 207      |          |          |
|  | LX 1555   | Radiomicrofono de onda Media                      | 45,65                                     | 229      | *        |          |
| <b>EMISIÓN</b>                         | LX 1029   | VFO válido de 2 a 200 MHz                         | 36,36                                     | 95       |          |          |
|  | LX 1385   | VFO programable modulado FM 26-160 MHz            | 143,46                                    | 182      | *        |          |
|  | LX 1447-48  | Timbre portátil red eléct.Emisor/receptor         | 27,02                                     | 193      | Incluido |          |
|  | LX 1462   | Activador para transmitir en SSB                  | 86,13                                     | 200      | *        |          |
|  | LX 1463   | Final RF de 1 vatio                               | 22,84                                     | 199      |          |          |
|  | LX 1464   | Oscilador para SSB                                | 11,66                                     | 199      |          |          |
|  | LX 1490   | Microtransmisor FM en 170-173 MHz                 | 112,70                                    | 209      | *        |          |
|  | LX 1557   | Transmisor Audio/Vídeo a 2,4 GHz de 20 milivatios | 103,70                                    | 232      | Incluido |          |
|  | ANT.24.8  | Antena emisora/receptora para banda 2,4 GHz       | 96,55                                     | 232      |          |          |
|  | LX 1565   | VFO programable de 50 180MHz con micro ST7        | 97,65                                     | 233      | incluido |          |
|  | LX.1566   | Etapa VCO de 100 mW de potencia                   | 60,50                                     | 233      |          |          |
|  | LX 5039   | Superheterodino para onda media                   | 63,29                                     | 193      | *        |          |
|  | KM 1507   | Emisor radiomicrofono FM en 423 MHz               | 46,90                                     | 214      | *        |          |
|  | <b>EMISIÓN T.V</b>                                    | LX 1413   | Modulador VHF para TV sin Euroconector    | 29,54    | 184      | incluido |
| KM 1445                                |   | Transmitir en 49 canales TV en gama UHF           | 131,77                                    | 196      |          |          |
| <b>EMISIÓN F.M.</b>                    | LX 010  | Emisora de FM de 1 vatio                          | 40,05                                     | 72-144   |          |          |
|  | LX 5036   | Radiomicrofono FM Banda 88-108 MHz                | 15,24                                     | 189      |          |          |
| <b>EMISIÓN C.B.</b>                    | LX 5037   | Sonda de carga para LX 5036                       | 3,43                                      | 189      |          |          |
|  | LX 5040   | Transmisor 27 MHz modulado en AM                  | 33,78                                     | 196      |          |          |
|  | LX 5041   | Transmisor 27 MHz modulado AM Modulador           | 26,17                                     | 196      |          |          |
|  | LX 5042   | Transm.27 MHz mod, AM sonda de carga              | 4,33                                      | 196      |          |          |
| <b>EMISIÓN COMPLEMENTOS</b>            | LX 1248   | Codificador estéreo                               | 96,01                                     | 145      |          |          |
|  |   |   |   |          |          |          |
| <b>RECEPCIÓN</b>                       | LX 662  | Mini receptor FM                                  | 32,45                                     | 23       |          |          |
|  | LX 887  | Superheterodino didáctico para OM                 | 58,90                                     | 64       |          |          |
|  | LX 1295   | Receptor AM-FM para la gama 110-180 mHz           | 130,81                                    | 157      | *        |          |
|  | LX 1346   | Receptor AM-FM de 38 MHz a 860 MHz                | 256,66                                    | 171      | *        |          |
|  | KM1450  | Módulo SMD para LX. 1451                          | 29,54                                     | 195      | *        |          |
|  | LX 1451   | Sintonizador para onda media y FM estéreo         | 78,52                                     | 195      |          |          |
|  | LX 1452   | Etapa display para LX 1451                        | 57,40                                     | 195      |          |          |
|  | LX 1453   | Circuito de ajuste para LX 1451                   | 12,68                                     | 195      |          |          |
|  | LX 1519   | Recibir onda media con dos integrados             | 35,10                                     | 217      | incluido |          |
|  | LX 1529   | Receptor FM con solo 3 integrados                 | 51,80                                     | 221      |          |          |
|  | LX 1558-58/B  | Receptor para la banda de 2,4 GHz                 | 198,70                                    | 232      | incluido |          |
|  | KM 1508   | Receptor Radiomicrofono en FM 423 MHz             | 83,40                                     | 214      | *        |          |
|  | LX 1532   | Redescubrir la fascinante Onda Corta              | 57,95                                     |          |          |          |
|  | <b>RECEP.O/CORTA O/LARGA<br/>RECEP.COMPLEMENTOS</b>   | LX 1467   | E.Alimentación + conmutación para KM1466  | 46,43    | 199      |          |
|  |   | KM 1466   | Preamplificador de antena de 20 a 450 MHz | 5,49     | 199      |          |
|  | <b>SATELITES<br/>METEREOLÓGICOS</b>                   |   | Parábola rejilla con antena para METEOSAT | 164,98   | 119      |          |
|  |   |   | ANTENA para satélites polares (doble V)   | 64,91    | 116      |          |
|  |   | PREAMPLIFICADOR satélites polares                 | 37,56                                     | 116      |          |          |
| LX 1148                                |   | Interface DSP para JVFX                           | 168,88                                    | 125      | *        |          |
| LX 1375                                |   | Receptor para Meteosat y polares                  | 337,53                                    | 180      | incluido |          |
| TV.970                                 |   | Convertor de frecuencia para meteosat             | 158,22                                    | 180      |          |          |
|  |   |   |   |          |          |          |
|  |   |   |   |          |          |          |
|  |   |   |   |          |          |          |
|  |   |   |   |          |          |          |
| <b>LABORATORIO<br/>FRECUENCIMETROS</b> | LX 1374   | Frecuencímetro digital que lee hasta 2 GHz        | 167,08                                    | 177      | *        |          |
|  | LX 1374/D   | Placa premontada de SMD para LX 1374              | 29,54                                     | 177      |          |          |
|  | LX 1525   | Frecuencímetro de 550 MHz con LCD                 | 73,70                                     | 219      | incluido |          |
|  | LX 1526   | Fuente de alimentación LX.1525                    | 23,70                                     | 219      |          |          |
|  | LX 1572   | Frecuencímetro de 2,2 GHz con 10 dígitos          | 121,85                                    | 236      | incluido |          |
|  | LX 5047   | Medidor de frecuencia analógico                   | 44,72                                     | 204      | incluido |          |
|  | LX 5048   | Medidor de frecuencia digital de 5 dígitos        | 139,25                                    | 203      | incluido |          |
|  | <b>LABORATORIO<br/>GENERADORES</b>                    | LX 1142   | Generador de ruido 1MHz.-2GHz.            | 79,93    | 122      | *        |
|  |   | LX 1234   | Generador de VFO sintetizado 1,2 GHz      | 69,63    | 142      | *        |
|  |   | LX 1234/B   | Etapa de conmutación completa LX 1234     | 89,40    | 142      |          |
| LX 1235                                |   | Módulos para LX 1234                              | 24,04                                     | 142      |          |          |
| LX 1344                                |   | Etapa de comando                                  | 124,89                                    | 170      | *        |          |
| LX 1345                                |   | Etapa base  | 168,76                                    | 170      |          |          |
| LX 1464                                |   | Oscilador para SSB                                | 11,66                                     | 199      |          |          |
| LX 1542                                |   | Generador BF con tres formas de ondas             | 86,10                                     | 222      | *        |          |
| LX 1543                                |   | Frecuencímetro digital                            | 62,30                                     | 222      |          |          |
| LX1563                                 |   | Generador de señal RF 40 KHz -13,5 MHz            | 60,50                                     | 233      | incluido |          |
| <b>LABORATORIO<br/>GENERADOR BF</b>    | LX 1151   | Generador de BF                                   | 31,07                                     | 124      | *        |          |
|  | LX 1337   | Generador de BF                                   | 56,56                                     | 166      | *        |          |
|  | LX 1513   | Generador Sweep B.F.                              | 91,30                                     | 214      | *        |          |
|  | LX 5031   | Generador de señal BF                             | 39,67                                     | 178      | incluido |          |
|  | LX 5032   | Generador de señal BF                             | 55,71                                     | 178      | incluido |          |
|  | <b>LAB.GENERADOR TV<br/>LABORATORIO<br/>MEDIDORES</b> | LX 1351   | Gen.de monoscopio TV/MONITOR VGA          | 126,57   | 171      |          |
|  |   | LX 1125   | Medidor flujo magnético                   | 56,04    | 119      |          |
| LX 1192                                |   | Impedancímetro y Reactancímetro                   | 179,31                                    | 134      | *        |          |
| LX 1310                                |   | Medidor de campos electromagnéticos               | 84,44                                     | 159      | Incluido |          |
| LX 1393                                |   | Para medir imped. característica de antena        | 25,33                                     | 185      |          |          |
| LX 1421                                | Localizador de terminales de un transistor            | 46,85   | 187                                       | incluido |          |          |

| FAMILIA                                    | Código      | Descripción                                       | PVP    | Revista | Mueble   |
|--|-------------|---|--------|---------|----------|
|  | LX 1431     | Analizador RF para osciloscopio                   | 105,48 | 192     | *        |
|  | LX 1432     | Fuente de Alimentación para LX 1431               | 37,98  | 192     |          |
|  | LX 1435- /B | Contaminación e. irradiada por enlaces RF         | 115,60 | 193     |          |
|  | LX 1512     | Medidor de Tierra                                 | 66,20  | 215     | *        |
|  | LX 1518     | Medir la ESR de un condensador electrolítico      | 36,85  | 216     |          |
|  | LX 1522     | Como controlar el valor de una inductancia        | 38,60  | 216     |          |
|  | LX 1538     | Trazador de curvas para Transistores-Fet,SCR etc. | 122,85 | 224     | *        |
|  | LX 1556     | Voltímetro-Amperímetro digital                    | 74,30  | 232     | *        |
|  | LX 1570     | Termómetro a distancia                            | 126,15 | 235     | incluido |
| <b>LAB. COMPROBADORES</b>                  | LX 1576     | Inductancímetro de 0,1 a 300 microHenrios         | 60,50  | 237     |          |
|  | LX 1272     | Comprobador de Mospower Mosfet e IGBT             | 23,65  | 152     |          |
|  | LX 5014     | Comprobador de transistores                       | 61,60  | 160     | incluido |
| <b>LAB. COMPLEMENTOS</b>                   | LX 5019     | Comprobador para SCR y TRIAC                      | 72,15  | 166     | incluido |
|  | LX 1169     | Preamplificador 400 KHz.- 2GHz.                   | 27,05  | 128     |          |
|  | LX 1456     | Preamplificador de antena de 0,4 a 50 MHz         | 18,18  | 197     |          |
| <b>SONIDO HI-FI</b>                        | LX 1113     | Ampl. HI-FI estéreo con válvulas. EL34            | 325,63 | 115     | *        |
| <b>SONIDO AMPLIFICADORES</b>               |             | Ampl. HI-Fi estéreo con válvulas KT88             | 371,43 | 115     |          |
|  | LX 1114     | Fuente de alimentación para LX 1113               | 142,08 | 115     |          |
|  | LX 1115     | Vú-meter para amplificadores                      | 18,00  | 115     |          |
|  | LX 1239     | Fuente de alimentación para LX 1240               | 56,28  | 142     |          |
|  | LX 1240     | Amplificador estéreo para EL 34                   | 159,00 | 142     | *        |
|  | LX 1257     | Fuente de alimentación para LX 1256               | 69,72  | 148     |          |
|  | LX 1258     | V-Meter para LX 1256                              | 39,85  | 148     |          |
|  | LX 1309     | Amplificador a válvulas para auriculares          | 139,25 | 160     | *        |
|  | LX 1320     | Amplificador compacto a válvulas                  | 171,89 | 161     | *        |
|  | LX 1321     | Etapa final para LX 1320                          | 421,91 | 161     |          |
|  | LX 1322     | Etapa Vu-meter para LX 1320                       | 62,51  | 161     |          |
|  | LX 1323     | Fuente de alimentción para LX 1320                | 179,70 | 161     |          |
|  | LX 1471     | Final estéreo Hi-Fi de 110+110 vatios musicales   | 75,25  | 211     | incluido |
|  | LX 1472     | Amplificador HI-FI de 200 W con finales IGBT      | 66,25  | 213     | *        |
|  | LX 1473     | Final con mospower de 38-70 vatios RMS            | 44,20  | 212     | *        |
|  | LX 1553     | Amplificador SUB-WOOFER con filtro DIGITAL        | 171,10 | 231     | *        |
|  | LX 1577     | Amplificador HI-FI 30 vatios RMS sobre 8 Ohmios   | 39,75  | 236     | *        |
|  | LX 1578     | Etapa de alimentación para LX.1577                | 51,55  | 236     |          |
| <b>SONIDO HI-FI PREVIOS</b>                | LX 5043     | Convertir la gama de 27 MHz en onda media         | 26,17  | 197     |          |
|  | LX 1139     | Etapa entrada LX 1140                             | 46,28  | 122     |          |
|  | LX 1140     | Previo estéreo a válvulas                         | 214,26 | 122     | *        |
|  | LX 1141     | Etapa alimentación LX 1140                        | 82,94  | 122     |          |
|  | LX 1149     | Previo Hi-Fi a Fet                                | 63,23  | 125     |          |
|  | LX 1150     | Previo Hi-Fi a Fet                                | 53,88  | 125     | *        |
| <b>SONIDO HI-FI COMPLEM.</b>               | LX 1169     | Amplificador de 400 khz a 2 GHz                   | 27,05  | 128     |          |
|  | LX 1073     | Filtro estéreo paso alto                          | 24,04  | 104     |          |
|  | LX 1074     | Filtro estéreo paso bajo                          | 23,14  | 104     |          |
|  | LX 1198-/B  | Filtro cross-over estéreo                         | 71,73  | 135     | *        |
|  | LX 1241     | Mezclador a fet                                   | 58,45  | 144     | *        |
|  | LX 1242     | Mezclador a fet (00es)                            | 44,78  | 144     |          |
|  | LX 1275     | Micrófono para escuchar a distancia               | 40,51  | 154     |          |
|  | LX 1282     | Compresor ALC estéreo                             | 98,75  | 153     |          |
|  | LX 1357     | Ecuilizador RIAA con filtro antiruido             | 36,30  | 174     |          |
|  | LX 1564     | Karaoke con efecto eco                            | 63,10  | 234     | *        |
| <b>FUENTES DE ALIMENTACIÓN</b>             | LX 1131     | Fuente de Alimentación 3-18 V 2A.                 | 27,05  | 121     |          |
|  | LX 1138     | Cargador de baterías plomo                        | 84,74  | 122     |          |
|  | LX 1364     | Al. de 2,5 a 25 V. max.5 amp. Etapa base          | 61,90  | 175     | *        |
|  | LX 1364/B   | Al. de 2,5 a 25 V. max.5 amp. Etapa final         | 16,50  | 175     |          |
|  | LX 1364/C   | Al.de 2,5 a 25 V. max.5 amp.Etapa voltímetro      | 39,88  | 175     |          |
| <b>CARGADORES</b>                          | LX 1449     | Inversor de 12 volt. CC a 220 volt. AC 50 Hz      | 202,54 | 197     | *        |
|  | LX 1545     | Alimentador estabilizado                          | 78,95  | 226     | *        |
|  | LX 1069     | Cargador de baterías de niquel-cadmio             | 64,91  | 103     | *        |
|  | LX 1428     | Cargador bat. automáticos con diodos SCR          | 121,07 | 190     |          |
|  | LX 1479     | Cargador de pilas NI-MH                           | 109,71 | 201     | *        |
| <b>SEGURIDAD ALARMAS</b>                   | LX 1396     | RADAR antirrobo de 10 gHz                         | 50,49  | 184     | incluido |
|  | LX 1424     | Antirrobo banda UHF 433,9 MHz transmisión         | 56,98  | 190     | incluido |
|  | LX 1425     | Antirrobo banda UHF 433,9 MHz recepción           | 60,76  | 190     | incluido |
| <b>SEGURIDAD SIRENAS SEG. COMPLEMENTOS</b> | LX 1506     | Alarma por sensor volumétrico                     | 40,40  | 209     | *        |
|  | LX 5025     | Sirena bitonal digital                            | 19,41  | 170     |          |
|  | LX 5027     | Contador 2 cifras                                 | 27,86  | 172     |          |
|  | LX 5028     | Contador 2 cifras                                 | 25,33  | 172     |          |
| <b>SEGURIDAD DETECTORES</b>                | LX 1216     | Detector para fugas de gas                        | 77,74  | 137     |          |
|  | LX 1287     | Detector para micrófonos                          | 35,46  | 155     |          |
|  | LX 1407     | Nuevo y eficaz contador geiger                    | 139,25 | 185     | incluido |
|  | LX 1433     | Buscador de cables instalaciones eléctricas       | 16,47  | 192     | incluido |
|  | LX 1465     | Sensible detector de metales                      | 88,60  | 216     | *        |
|  | LX 1517     | Detector de fugas para Micro-ondas                | 34,75  | 217     | incluido |
|  | LX 1568     | Emisor de Barrera de Rayos infrarrojos            | 10,40  | 234     | incluido |
|  | LX 1569     | Receptor de Barrera de Rayos infrarrojos          | 20,75  | 234     | incluido |

| FAMILIA                                | Código                       | Descripción  | PVP                 | Revista  | Mueble   |
|--|------------------------------|--|---------------------|----------|----------|
| <b><u>MEDICINA<br/>ELECTRÓNICA</u></b> | LX 559                       | Detector de acupuntura                             | 17,13               | 8        |          |
|  | LX 654                       | Acupuntura portátil                                | 23,14               | 24       |          |
|  | LX 811                       | Electromagnetoterapia reforzada en A.F.            | 66,71               | 55/147   | *        |
|  | LX 811/B                     | Disco radiante para LX 811                         | 12,32               | 55       |          |
|  | LX 950                       | Electromagnetoterapia en baja frecuencia           | 49,58               | 77       | *        |
|  | LX 950/B                     | Difusor para LX 950                                | 10,82               | 77       |          |
|  | MP 950                       | Difusor magnético                                  | 10,82               | 77       |          |
|  | LX 987                       | Etapa de potencia para LX 950                      | 21,34               | 85       |          |
|  | LX 1003                      | Estimulador analgésico                             | 41,47               | 90       |          |
|  | LX 1010                      | iones negativos para coche                         | 39,07               | 90       |          |
|  | LX 1072                      | Banda radiante para LX 811                         | 15,93               | 104      |          |
|  | LX 1146                      | Magnetoterapia BF alta eficacia                    | 212,01              | 123      | incluido |
|  | MP 90                        | Difusor magnético                                  | 28,25               | 123      |          |
|  | LX 1176                      | Cargador de baterías para LX 1175                  | 37,83               | 129      |          |
|  | LX 1293                      | Magnetoterapia de AF                               | 156,11              | 157      | incluido |
|  | PC 1293                      | Paño radiante para LX.1293                         | 37,98               | 157      |          |
|  | LX 1343                      | Depurador antipolución                             | 101,27              | 169      | incluido |
|  | LX 1365                      | Nueva lontoforesis con microprocesador             | 75,97               | 175      | *mo 1365 |
|  | LX 1365/B                    | Circuito display                                   | 24,91               | 175      |          |
|  | LX 1365/P                    | Placa de aplicación                                | 16,47               | 175      |          |
|  | LX 1387                      | Tens, electromedicamento elimina el dolor          | 84,74               | 181      | *        |
|  | LX 1387/B                    | Placa de visualización                             | 40,93               | 181      |          |
|  | LX 1408                      | Tonificar los músculos con la electrónica          | 118,16              | 186      |          |
| LX 1480                                | Ionoterapia                  | 106,38   | 202                 | incluido |          |
| LX 1480-B                              | Etapa Voltmetro para LX.1480 | 36,66  | 202                 |          |          |
| <b><u>LUCES-ILUMINACIÓN</u></b>        | LX 1011                      | Generador de albas y ocasos digital 1 salida       | 61,90               | 91       |          |
|  | LX 1061                      | Luces tremolantes                                  | 50,49               | 107      |          |
|  | LX 1326                      | Luz que apaga y se enciende gradualmente           | 47,69               | 165      | *        |
|  | LX 1493                      | Generador de Alba y ocaso                          | 101,27              | 206      | incluido |
|  | <b><u>MISCELANEA</u></b>     | LX 1025  | Termostato con relé | 44,47    | 96       |
| LX 1182                                |                              | Temporizador variable                              | 46,43               | 130      |          |
| LX 1238                                |                              | Circuito simulador de rayos                        | 35,79               | 143      |          |
| LX 1259                                |                              | Ahuyentador de mosquitos                           | 44,75               | 151      | Incluido |
| LX 1332                                |                              | Ahuyenta-ratones ultrasónico                       | 39,25               | 167      | *        |
| LX 1398                                |                              | Vallas con descargas de Electroshock               | 27,02               | 186      |          |
| LX 1562                                |                              | Alimentador PWM para TRENES ELECTRICOS             | 112,35              | 232      | *        |
| LX 5035                                |                              | Reloj digital                                      | 84,44               | 185      | *        |
| LX 5044                                |                              | Temporizador con el NE.555                         | 24,07               | 198      | *        |
| LX 5045                                |                              | Temporizador con el NE.555                         | 26,17               | 198      |          |
| <b><u>CIRCUITOS DIDÁCTICOS</u></b>     | LX 1325                      | Programador para MICRO ST6 60/65                   | 84,44               | 165      | *        |
|  | LX 1329                      | Entrenador para ST6/60-65                          | 32,09               | 166      |          |
|  | LX 1329/B                    | Interface para ST6/60-65                           | 14,36               | 166      |          |
|  | LX 1546                      | Programador para ST7-lite 09                       | 26,65               | 227      |          |
|  | LX 1547                      | Entrenador para LX.1546                            | 53,60               | 227      |          |
|  | LX 1548                      | Tarjeta experimental reloj para ST7                | 23,70               | 228      |          |
|  | LX1549                       | Tarjeta experimental display para ST7              | 36,05               | 228      |          |
| <b><u>CIRCUITOS TELÉFONO</u></b>       | LX 1510                      | Excitar un relé con un teléfono                    | 109,10              | 213      | *        |
|  | KM 1515                      | Leer y escribir en las tarjetas sim de los móviles | 78,95               | 216      |          |
| <b><u>MANDO A DISTANCIA</u></b>        | LX 1409                      | Telemando codificado de 4 canales Transmisor       | 24,49               | 184      | incluido |
|  | LX 1410                      | Telemando codificado de 4 canales Receptor         | 58,24               | 184      | *        |
|  | LX 1411                      | Salida de 2 relés para el LX.1410                  | 21,94               | 184      |          |
|  | LX 1412                      | Salida de 4 relés para el LX.1410                  | 32,06               | 184      |          |
|  | LX 1474                      | Mando a distancia a 433 MHz via radio -Transmisor  | 63,80               | 199      | incluido |
|  | LX 1475                      | Mando a distancia a 433 MHz via radio - Receptor   | 84,44               | 199      | incluido |
|  | LX 1501                      | Mando Emisor codificado a traves de red eléctrica  | 58,15               | 210      | incluido |
|  | LX 1502                      | Receptor de LX1501                                 | 64,65               | 210      | incluido |
| <b><u>ORDENADORES</u></b>              | LX 1574                      | Programador de EPROM para puerto paralelo          | 82,95               | 237      |          |
|  | LX 1575                      | Etapa de soporte para LX 1574                      | 31,10               | 237      |          |

**¡MAS DE 800 MONTAJES DISPONIBLES!** [www.nuevaelectronica.com](http://www.nuevaelectronica.com)

Nº238 - ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A. *Esta lista anula las anteriores.* \* consultar precio del mueble 91 542 73 80



Este circuito utiliza un microprocesador ST62T15 para identificar los tres terminales (Emisor, Base y Colector) de cualquier transistor. Además también determina si el transistor es de tipo PNP o NPN. Se trata de un montaje muy útil para poder utilizar transistores de los que desconocemos estas características.



## FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Cuántas veces nos habremos encontrado un transistor sin **ninguna referencia** o con una **referencia desconocida** del que no sabemos cual de sus tres terminales es el Emisor, la Base y el Colector, ni si se trata de un transistor **PNP** o de un transistor **NPN**. Evidentemente, sin conocer estos datos no se puede utilizar un transistor.

Utilizando este circuito solo hay que conectar los tres terminales del transistor y pulsar el botón **P1 (TEST)** para ver aparecer inmediatamente en el display tanto el **orden** en el que están dispuestos los terminales como su **polaridad (PNP o NPN)**.

Se trata de un proyecto muy interesante, tanto para los aficionados como para los profesionales, ya que en las tiendas es muy difícil encontrar un circuito de estas características.

Como se puede observar el esquema eléctrico de este circuito es muy sencillo ya que utiliza únicamente un **microprocesador** y **tres dígitos de 7 segmentos** para mostrar las referencias a los terminales **E-B-C** y las referencias a la polaridad **NPN** o **PNP**.

Para identificar sin posibilidad de error los terminales **Emisor**, **Colector** y **Base** el microprocesador conmuta secuencialmente las patillas **19-20-21** a **masa**, verificando si se trata de un transistor **NPN**. Después las conmuta al **positivo** para verificar si el transistor es un **PNP**.

A continuación envía secuencialmente una **onda cuadrada** a las patillas **22-23-24** para identificar la **Base**,

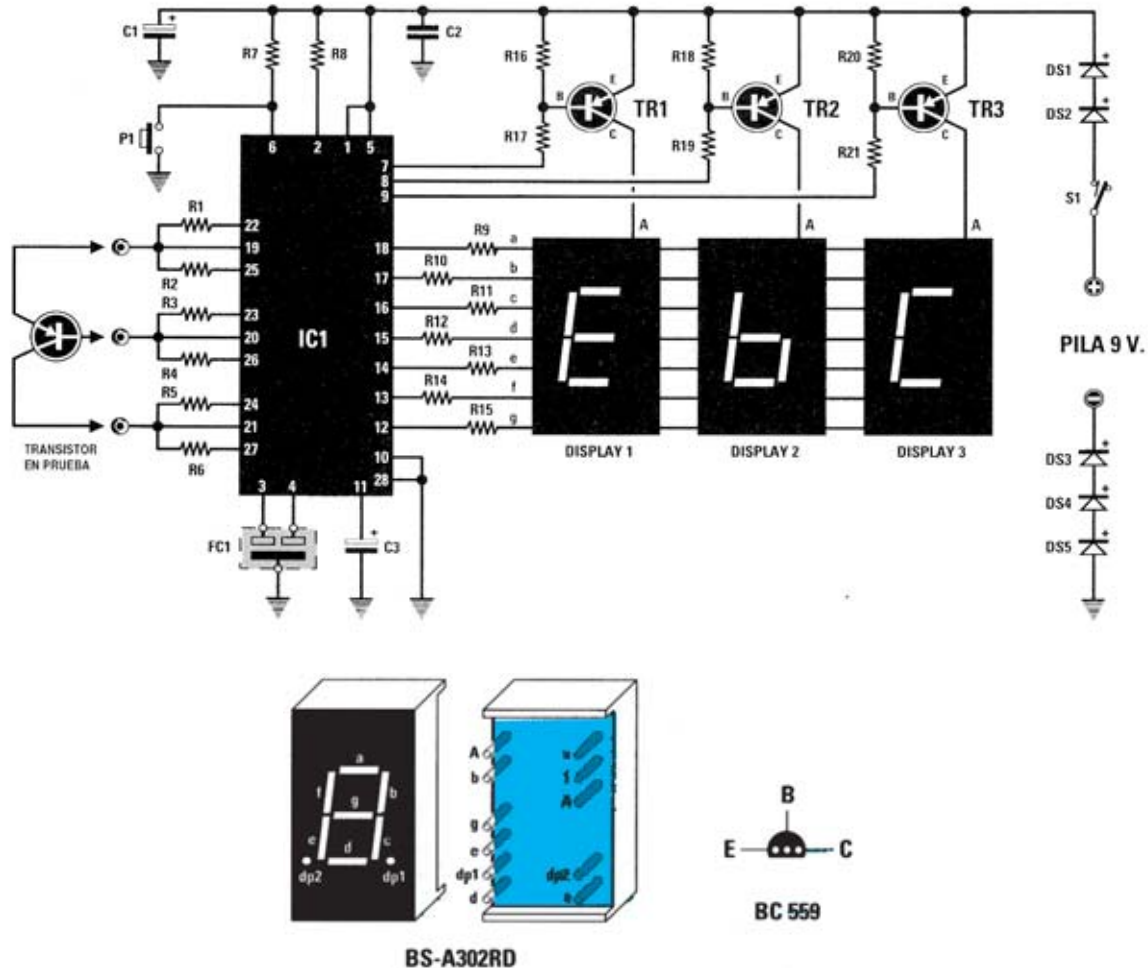
conmutando automáticamente las patillas **25-26-27**. Por último verifica que de las patillas **19-20-21** sale una tensión de valor definido para establecer si estos terminales son los **Colectores**.

En la práctica el microprocesador conecta a los tres bornes de salida los siguientes terminales:

- 19-23-27** si los terminales están dispuestos **EBC**
- 19-26-24** si los terminales están dispuestos **ECB**
- 22-20-27** si los terminales están dispuestos **BEC**
- 22-26-21** si los terminales están dispuestos **BCE**
- 25-23-21** si los terminales están dispuestos **CBE**
- 25-20-24** si los terminales están dispuestos **CEB**

Si después de haber realizado las **6 pruebas** con la polaridad requerida para **NPN** y otras **6 pruebas** con la polaridad invertida para **PNP** el microprocesador determina que el transistor **no** funciona, aparecerá en el display la palabra **bAd** (defectuoso).

Para alimentar el circuito se utiliza una pila de **9 voltios**. Ahora bien, ya que el microprocesador requiere una tensión que no debe superar los **5,9 voltios**, hemos conectado en serie al cable positivo **2 diodos** y al cable negativo **3 diodos**, de manera que se obtenga una caída de tensión total de unos **3,5 voltios**. Para reducir la tensión de alimentación hemos utilizado **5 diodos** y **no** un integrado estabilizador **uA.7805** para evitar que suba la **corriente** de absorción por encima de los **150 mA** y se descargue la pila en poco tiempo.



Esquema eléctrico y lista de componentes del circuito identificador de terminales y polaridad de transistores LX.1421. Disposición de terminales del transistor BC 559 y del Display.

#### LISTA DE COMPONENTES

LX.1421

R1 = 15.000 ohm  
R2 = 1.000 ohm  
R3 = 15.000 ohm  
R4 = 1.000 ohm  
R5 = 15.000 ohm  
R6 = 1.000 ohm  
R7 = 10.000 ohm  
R8 = 10.000 ohm  
R9 = 470 ohm  
R10 = 470 ohm  
R11 = 470 ohm  
R12 = 470 ohm

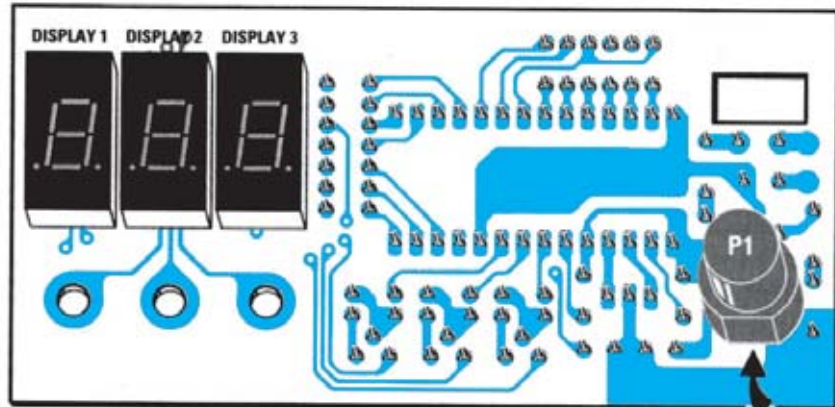
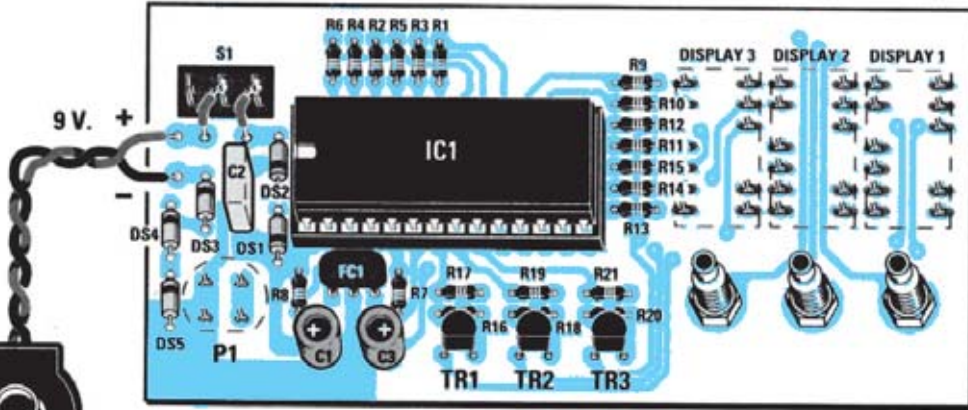
R13 = 470 ohm  
R14 = 470 ohm  
R15 = 470 ohm  
R16 = 4.700 ohm  
R17 = 10.000 ohm  
R18 = 4.700 ohm  
R19 = 10.000 ohm  
R20 = 4.700 ohm  
R21 = 10.000 ohm  
C1 = 22 microF. electrolítico  
C2 = 100.000 pF poliéster  
C3 = 1 microF electrolítico  
FC1 = filtro cerámico 8 MHz

DS1 = diodo tipo 1N.4148  
DS2 = diodo tipo 1N.4148  
DS3 = diodo tipo 1N.4148  
DS4 = diodo tipo 1N.4148  
DS5 = diodo tipo 1N.4148  
TR1 = trans. PNP tipo BC.559  
TR2 = trans. PNP tipo BC.559  
TR3 = trans. PNP tipo BC.559  
IC1 = EP.1421  
DISPLAY1-3 = mod. BS-A302RD  
P1 = pulsador  
S1 = interruptor

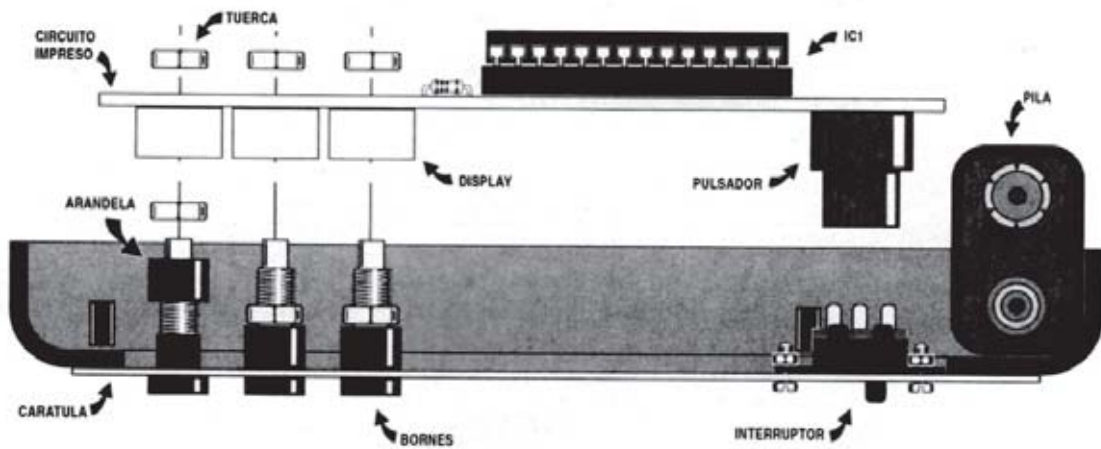
Nota = Todas las resistencias son de 1/8 de wat

# MONTAJE Y AJUSTE

TOMA PILA

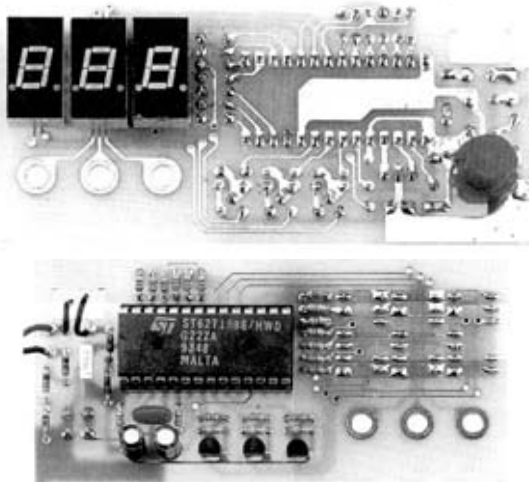


LADO VISELADO

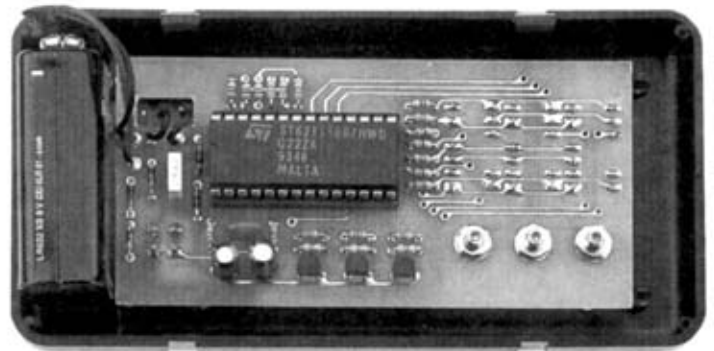


Esquema práctico de montaje de la placa LX.1421 (vista delantera y trasera) y esquema de ensamblaje de la placa en el mueble.





Aspecto final del circuito LX.1421 (vista delantera y trasera) y montaje en el mueble (también incluido en el kit).



Para realizar este proyecto se necesita el **circuito impreso** de doble cara **LX.1421**, circuito que soporta componentes en ambas caras. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

**Zócalos:** Al montar el **zócalo** para el circuito integrado **IC1** hay que respetar la muesca de referencia de la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

**Resistencias:** Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R21**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores.

**Condensadores:** Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar el de **poliéster (C2)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carece de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C1, C3)** sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

**Semiconductores:** Al realizar el montaje de los **diodos (DS1-DS5)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color **negra** como se indica en el esquema de montaje práctico. Al montar los **transistores (TR1, TR2, TR3)** hay que soldarlos respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar su lado **plano** tal y como se indica en el esquema de montaje práctico.

**Conectores:** El circuito incluye un **portapilas** de **9 voltios** cuyos cables de conexión se sueldan directamente al impreso, teniendo cuidado en respetar su polaridad (cable rojo al positivo y cable negro al negativo). Los **3 bornes** para la conexión de las **puntas de prueba del transistor** se fijan directamente al circuito impreso a través de tuercas una vez instalados en el panel frontal (ver esquema de montaje de la placa en el mueble).

**Interruptores y pulsadores:** El **interruptor** de encendido (**S1**) se ha de fijar con dos tornillos en el panel frontal del mueble, posteriormente hay que soldarlo, con dos pequeños trozos de cable, al circuito impreso (ver esquema de montaje). El **pulsador** de inicio de comprobación (**P1**) se suelda directamente en la cara de las pistas del circuito impreso, orientando su lado rebajado hacia abajo (ver esquema práctico de montaje).

**Circuitos integrados con zócalo:** El integrado **IC1** se ha de

introducir en su correspondiente zócalo haciendo coincidir la muesca de referencia en forma de **U** del integrado con la del zócalo.

**Elementos diversos:** El kit incluye varios componentes adicionales: Un **filtro cerámico (FC1)**, que se instala al lado del integrado **IC1**, y tres **dígitos de 7 segmentos** que se montan directamente en la cara de las pistas del circuito impreso LX1421.

Es **aconsejable** soldar en primer lugar los componentes de la cara de las pistas, es decir el **pulsador P1** y los **3 dígitos de 7 segmentos**. Los **3 bornes** y el **interruptor S1** se han de fijar en el panel frontal del mueble antes conectarlos al circuito impreso.

**MONTAJE EN EL MUEBLE:** En el kit se incluye el mueble de plástico al que solo hay que fijar los **bornes** y el **interruptor S1**. La instalación de la tarjeta en el mueble se ha de hacer siguiendo las indicaciones mostradas en el esquema de montaje práctico.

**AJUSTE:** Este circuito no precisa ningún ajuste.

**UTILIZACIÓN:** La utilización es bastante sencilla. En cuanto se alimente el circuito se verán aparecer en el display **tres líneas** que indican que ya está listo para buscar las patillas **E-B-C** en el transistor conectado a sus bornes.

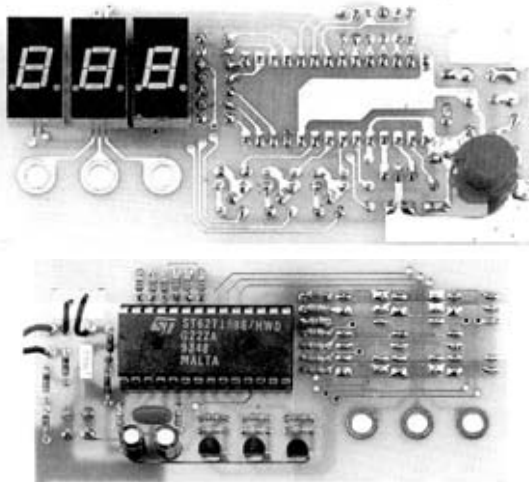
Suponiendo que el transistor es un **NPN** y que los tres terminales estén dispuestos en el orden **B-C-E**, tras haber pulsado el botón **P1** se verá aparecer en el display **tres veces** consecutivas las palabras **bCE-nPn bCE-nPn bCE-nPn**. Completada la operación reaparecerán las **tres líneas** que indican que el circuito ya está listo para identificar los terminales de otro transistor.

Si el transistor es **PNP** y los tres terminales están dispuestos en el orden **C-B-E**, tras haber pulsado el botón **P1** aparecerá en el display **tres veces** consecutivas las palabras **CbE-PnP CbE-PnP CbE-PnP**. Después aparecerán las tres líneas que indican que el circuito está listo para otra comprobación.

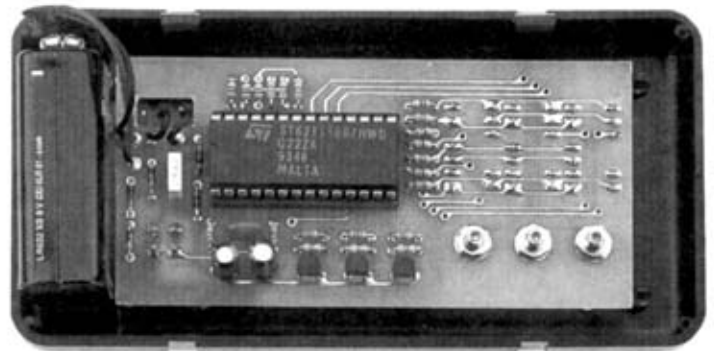
Si el transistor está **defectuoso** aparecerá la palabra **bAd** parpadeando durante unos pocos segundos, después aparecerán las **tres líneas** que indican que el circuito ya está listo para identificar los terminales de otro transistor. La palabra **bAd** también se muestra cuando el transistor examinado tiene una **ganancia** muy **baja**.

## PRECIOS Y REFERENCIAS

|  |              |
|--|--------------|
| <b>LX.1421:</b> Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido el circuito impreso LX.1421, 3 puntas de cocodrilo y el mueble contenedor ..... | <b>46,85</b> |
| <b>CC.1421:</b> Circuito impreso .....   | <b>8,65</b>  |



Aspecto final del circuito LX.1421 (vista delantera y trasera) y montaje en el mueble (también incluido en el kit).



Para realizar este proyecto se necesita el **circuito impreso** de doble cara **LX.1421**, circuito que soporta componentes en ambas caras. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

**Zócalos:** Al montar el **zócalo** para el circuito integrado **IC1** hay que respetar la muesca de referencia de la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

**Resistencias:** Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1-R21**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores.

**Condensadores:** Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar el de **poliéster (C2)** no hay que preocuparse por la polaridad ya que carece de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos (C1, C3)** sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

**Semiconductores:** Al realizar el montaje de los **diodos (DS1-DS5)** hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color **negra** como se indica en el esquema de montaje práctico. Al montar los **transistores (TR1, TR2, TR3)** hay que soldarlos respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar su lado **plano** tal y como se indica en el esquema de montaje práctico.

**Conectores:** El circuito incluye un **portapilas** de **9 voltios** cuyos cables de conexión se sueldan directamente al impreso, teniendo cuidado en respetar su polaridad (cable rojo al positivo y cable negro al negativo). Los **3 bornes** para la conexión de las **puntas de prueba del transistor** se fijan directamente al circuito impreso a través de tuercas una vez instalados en el panel frontal (ver esquema de montaje de la placa en el mueble).

**Interruptores y pulsadores:** El **interruptor** de encendido (**S1**) se ha de fijar con dos tornillos en el panel frontal del mueble, posteriormente hay que soldarlo, con dos pequeños trozos de cable, al circuito impreso (ver esquema de montaje). El **pulsador** de inicio de comprobación (**P1**) se suelda directamente en la cara de las pistas del circuito impreso, orientando su lado rebajado hacia abajo (ver esquema práctico de montaje).

**Circuitos integrados con zócalo:** El integrado **IC1** se ha de

introducir en su correspondiente zócalo haciendo coincidir la muesca de referencia en forma de **U** del integrado con la del zócalo.

**Elementos diversos:** El kit incluye varios componentes adicionales: Un **filtro cerámico (FC1)**, que se instala al lado del integrado **IC1**, y tres **dígitos de 7 segmentos** que se montan directamente en la cara de las pistas del circuito impreso LX1421.

Es **aconsejable** soldar en primer lugar los componentes de la cara de las pistas, es decir el **pulsador P1** y los **3 dígitos de 7 segmentos**. Los **3 bornes** y el **interruptor S1** se han de fijar en el panel frontal del mueble antes conectarlos al circuito impreso.

**MONTAJE EN EL MUEBLE:** En el kit se incluye el mueble de plástico al que solo hay que fijar los **bornes** y el **interruptor S1**. La instalación de la tarjeta en el mueble se ha de hacer siguiendo las indicaciones mostradas en el esquema de montaje práctico.

**AJUSTE:** Este circuito no precisa ningún ajuste.

**UTILIZACIÓN:** La utilización es bastante sencilla. En cuanto se alimenta el circuito se verán aparecer en el display **tres líneas** que indican que ya está listo para buscar las patillas **E-B-C** en el transistor conectado a sus bornes.

Suponiendo que el transistor es un **NPN** y que los tres terminales estén dispuestos en el orden **B-C-E**, tras haber pulsado el botón **P1** se verá aparecer en el display **tres veces** consecutivas las palabras **bCE-nPn bCE-nPn bCE-nPn**. Completada la operación reaparecerán las **tres líneas** que indican que el circuito ya está listo para identificar los terminales de otro transistor.

Si el transistor es **PNP** y los tres terminales están dispuestos en el orden **C-B-E**, tras haber pulsado el botón **P1** aparecerá en el display **tres veces** consecutivas las palabras **CbE-PnP CbE-PnP CbE-PnP**. Después aparecerán las tres líneas que indican que el circuito está listo para otra comprobación.

Si el transistor está **defectuoso** aparecerá la palabra **bAd** parpadeando durante unos pocos segundos, después aparecerán las **tres líneas** que indican que el circuito ya está listo para identificar los terminales de otro transistor. La palabra **bAd** también se muestra cuando el transistor examinado tiene una **ganancia** muy **baja**.

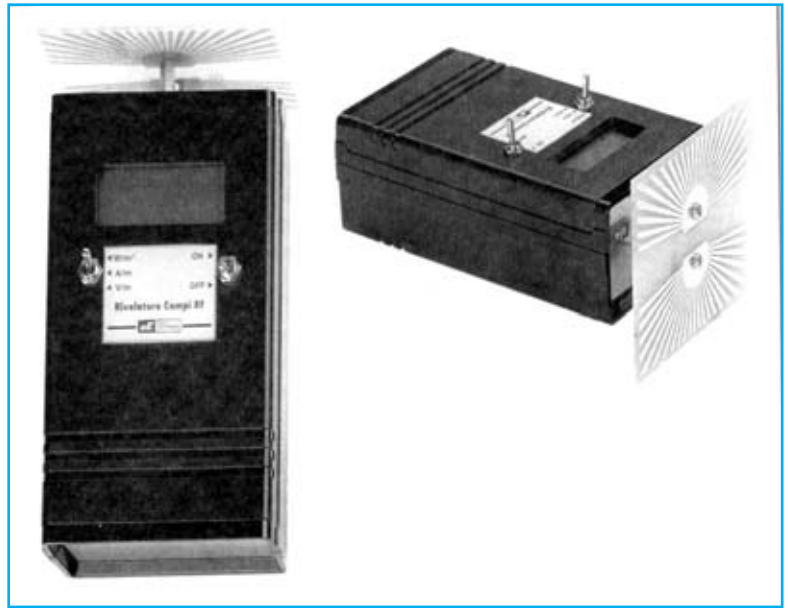
## PRECIOS Y REFERENCIAS

**LX.1421:** Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido el circuito impreso LX.1421, 3 puntas de cocodrilo y el mueble contenedor .....**46,85€**  
**CC.1421:** Circuito impreso .....**8,65€**

Estos precios no incluyen I.V.A.

Revista de aparición del kit: **N.187**

Muchas comunidades científicas han manifestado que los intensos campos RF irradiados por las emisoras FM y por los repetidores telefónicos y de TV pueden resultar cancerígenos. Aunque para dichas señales se ha fijado un límite máximo de 6 voltios/metro, ¿cómo se pueden medir estos campos?



## FUNCIONAMIENTO Y ESQUEMA ELÉCTRICO

Todos estamos cada vez más expuestos a **intensos campos** de **alta frecuencia** procedentes de las **antenas** de los repetidores de **televisión, radio y teléfono**. Muchos investigadores se han dedicado a estudiarlos para determinar los efectos biológicos sobre el organismo humano y establecer cuales son los valores **máximos** que se pueden soportar sin correr peligro alguno.

Las leyes europeas fijan unos límites muy precisos dentro de los cuales un ser humano **sano** puede permanecer expuesto sin ninguna consecuencia. Hacer respetar esto es bastante problemático dados los altos intereses que hay en juego por parte de las Multinacionales. Aunque los organismos competentes afirmen que los ciudadanos están protegidos por la Ley, no se suelen hacer controles más o menos periódicos de estas emisiones.

El límite máximo establecido por la **Ley** no debería superar los **6 voltios/metro**. Ahora bien, conviene hacer una aclaración respecto a estos **6 voltios/metro** porque hay muchas publicaciones que confunden los **vatios** con los **voltios** y afirman que este límite es de **6 vatios/metro cuadrado** y que corresponde a **0,01 Amperios/metro**. En realidad, una señal de **6 vatios/metro cuadrado** corresponde a **47,5 voltios/metro** que equivalen a aproximadamente **0,126 Amperios/metro**. En ocasiones estas publicaciones pueden llegar a difundir métodos erróneos para la medida de estos niveles de tensión.

El elemento fundamental del dispositivo que aquí presentamos, capaz de medir las emisiones RF en cualquier escala, es el módulo **SMD Detector Amplificador logarítmico (IC1)**, capaz de detectar señales RF desde **1 MHz** hasta **3 GHz** con una linealidad de frecuencia óptima. Alimentando este módulo con una tensión estabilizada de **5 voltios positivos** es posible obtener en su patilla de salida **2** una tensión continua proporcional a la intensidad del campo RF captado por la antena. El incremento de la tensión en la salida es de **18 milivoltios** por cada **dB** de variación.

La débil tensión proporcionada por el módulo **IC1** se aplica a la entrada **no inversora** del primer operacional **IC2/B**, que se encarga de amplificarla **5,7 veces**. La señal resultante se envía, a través de **R9**, a la patilla **7** de **IC3**. Este integrado es un microprocesador **ST62T01**

programado, que elabora y convierte esta tensión en valores expresados en **Voltios/metro, Amperios/metro o vatios/metro cuadrado**, que, enviados en **serie** a las patillas **21-22** del integrado **IC5**, se visualizan en el display **LCD**.

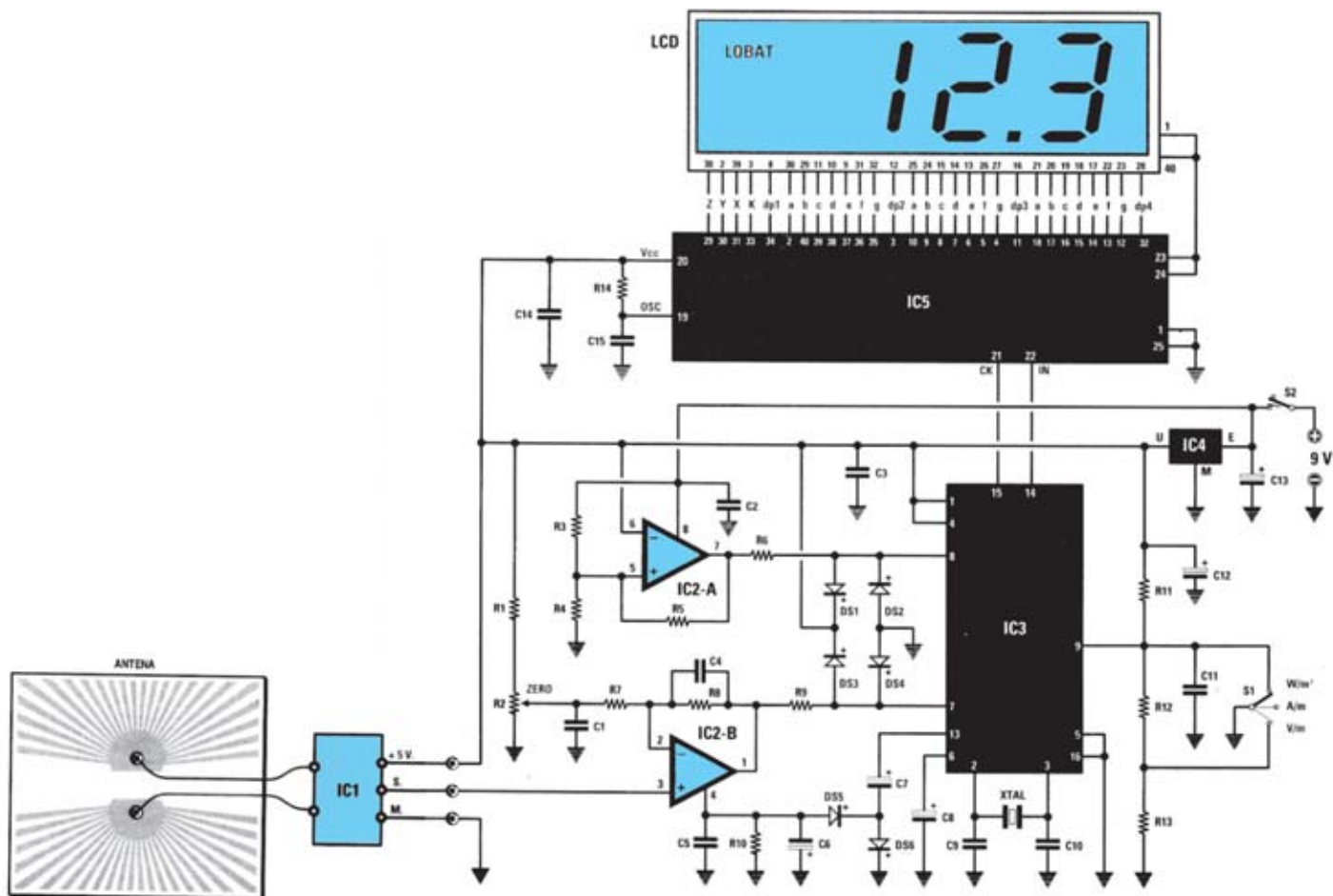
Aunque de la salida del módulo **IC1** sale una tensión proporcional a la intensidad del campo captado, hay que considerar la **tolerancia** de las resistencias y la tensión de **offset** del operacional **IC2/B**. Por tanto, para obtener las medidas oportunas el circuito debe **calibrarse** actuando sobre el trimmer **R2** conectado, a través de las resistencias **R7-R8**, a la patilla **inversora 2** de **IC2/B**.

La tensión **negativa** de **2,5 voltios** necesaria para alimentar la patilla **4** de **IC2/B** se obtiene rectificando la onda cuadrada de **2.600 Hz** que hay en la patilla **13** de **IC3** a través de los diodos **DS5-DS6**.

El conmutador de selección de escala (**S1**) se conecta a un divisor compuesto las resistencias **R12-R13** conectadas, a su vez, a la patilla **9** de **IC3**. Situando el conmutador **S1** de manera que se cortocircuite a **masa** la resistencia **R13** en el display se visualizan los **Voltios/metro** (campo **eléctrico**), con **S1** en la posición **central** en el display se leerán los **Amperios/metro** (campo **magnético**), mientras que situando el conmutador **S1** de manera que se cortocircuite a **masa** la patilla **9** de **IC3** en el display se leerán los **Vatios/metro cuadrado** (densidad de **potencia**).

El segundo operacional **IC2/A** se utiliza para que aparezca en el display la palabra **Lobat** cuando sea necesario sustituir la pila porque esté **descargada**. Cuando la tensión de la pila desciende por debajo de los **7,6 voltios**, en la salida del operacional **IC1/A** habrá un **nivel lógico 0** que, al entrar en la patilla **8** del microprocesador **IC3**, se encarga de hacer aparecer en el display la palabra **Lobat**.





Esquema eléctrico y lista de componentes del Medidor de campos RF LX.1435.

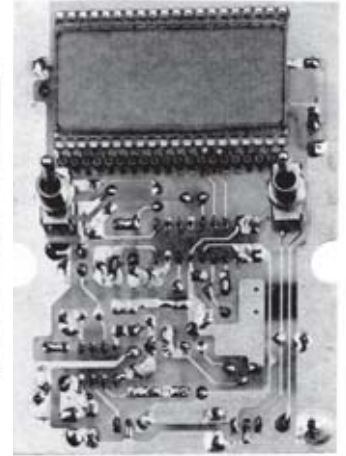
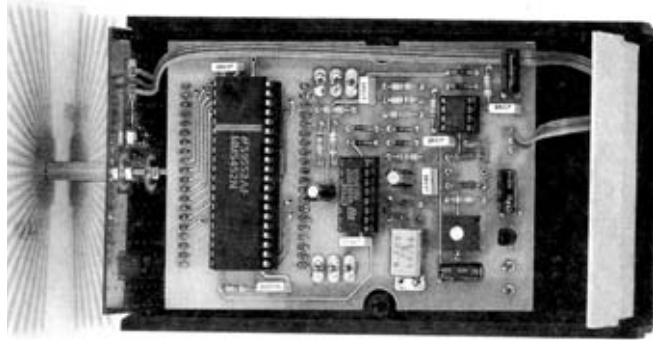
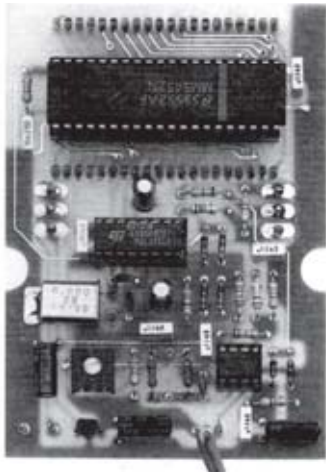
**LISTA DE COMPONENTES LX.1435**

- R1 = 8.200 ohm
- R2 = 2.200 ohm trimmer
- R3 = 27.000 ohm
- R4 = 47.000 ohm
- R5 = 220.000 ohm
- R6 = 1.000 ohm
- R7 = 10.000 ohm 10;0
- R8 = 47.000 ohm 10;0
- R9 = 1.000 ohm
- R10 = 47.000 ohm
- R11 = 10.000 ohm
- R12 = 4.700 ohm
- R13 = 18.000 ohm
- R14 = 47.000 ohm
- C1 = 100.000 pF poliester
- C2 = 100.000 pF poliester
- C3 = 100.000 pF poliester
- C4 = 180 pF cerámica
- C5 = 100.000 pF poliester

- C6 = 10 microF. electrolítico
- C7 = 10 microF. electrolítico
- C8 = 1 microF. electrolítico
- C9 = 22 pF cerámica
- C10 = 22 pF cerámica
- C11 = 100.000 pF poliester
- C12 = 10 microF. electrolítico
- C13 = 47 microF. electrolítico
- C14 = 100.000 pF poliester
- C15 = 10.000 pF poliester
- XTAL = cuarzo 8 MHz
- DS1-DS6 = diodos tipo 1N.4148
- IC1 = módulo KM.1436
- IC2 = integrado tipo TL.082
- IC3 = integrado tipo EP.1435
- IC4= Integrado tipo MC.78L05
- IC5 = integrado tipo MM.5452
- LOD = display tipo 5.5018
- S1 = conmutador 3 pos.
- S2 = conmutador 2 pos.







Aspecto final del circuito LX.1435 (vista delantera y trasera) y montaje en el mueble (también incluido en el kit).

Para realizar este proyecto se necesita el **circuito impreso** de doble cara **LX.1435**, circuito que soporta componentes en ambas caras, incluyendo un segundo impreso auxiliar (**KM.1436**) que se proporciona completamente montado en **SMD**. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

**Zócalos:** Al montar los **zócalos** para los circuitos integrados **IC2**, **IC3** e **IC5** hay que respetar la muesca de referencia de la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

**Resistencias:** Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1**, **R3-R14**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso del **trimmer** (**R2**) el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo.

**Condensadores:** Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster** (**C1-C3**, **C5**, **C11**, **C14-C15**) y los **cerámicos** (**C4**, **C9-C10**) no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos** (**C6-C8**, **C12-C13**) sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

**Semiconductores:** Al realizar el montaje de los **diodos** (**DS1-DS6**) hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color **negro** como se indica en el esquema de montaje práctico. Al montar el circuito integrado **IC3** hay que soldarle respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar su lado **plano** tal y como se indica en el esquema de montaje práctico.

**Conectores:** El Medidor de campos RF incluye un **portapilas** de **9 voltios** cuyos cables se sueldan directamente al circuito impreso. El montaje incluye también **2 conectores hembra** de tira de **20 terminales** utilizados para alojar el **display LCD** que han de soldarse en la cara de las pistas del circuito impreso.

**Interruptores y conmutadores:** El **interruptor** de encendido (**S2**), el **conmutador** de selección de la escala de medida (**S1**) se sueldan directamente en la cara de las pistas del circuito impreso (ver esquema de montaje).

**Circuitos integrados con zócalo:** Los integrados **IC2**, **IC3** e **IC5** se han de introducir en sus correspondientes zócalos haciendo coincidir las muescas de referencia en forma de **U** de los integrados con la de los zócalos.

**Elementos diversos:** El kit incluye varios componentes adicionales: Un

**display LCD** que se instala en los dos conectores de tira de 20 contactos que hacen la función de zócalo. El **cuarzo XTAL** ha de montarse horizontalmente soldando su cuerpo a la pista de **masa** del circuito impreso con una gota de estaño.

Es **aconsejable** soldar en primer lugar los componentes de la cara de las pistas, es decir los **conectores hembra** de tira y los conmutadores **S1-S2**.

**Montaje del módulo SMD KM.1436 y antena:** Una vez montado el circuito **LX.1435** se puede coger el módulo **KM.1436**, que ya se proporciona está montado en **SMD** (incluyendo a **IC1**), para insertar en sus dos alojamientos centrales las **torres** separadoras metálicas que sirven para fijar la **antena** de captación (no precisa soldadura). El módulo debe ir instalado en la fisura superior del mueble tal y como aparece en el esquema de montaje. Cuando se conecten los **tres cables** del módulo al circuito impreso **LX.1435** hay que prestar atención en **no** invertirlos ya que esto provocaría la ruptura del integrado **SMD**.

**MONTAJE EN EL MUEBLE:** En el kit se incluye el mueble de plástico en el que únicamente hay que fijar las tuercas de los conmutadores.

**AJUSTE:** Una vez completado el montaje hay que **ajustar** el circuito mediante el trimmer **R2**. Alejados al menos **1 Km** de cualquier repetidor de **TV** o de **teléfono**, hay que girar el **trimmer R2** de manera que en el display se lea **0,0 voltios/metro**. Si la **última** cifra del display oscila de **0,0** a **0,1** no importa.

**UTILIZACIÓN:** El dispositivo dispone de **2 controles**: **S2** (interruptor de encendido/apagado), **S1** (conmutador de selección de la escala de medida).

Para utilizar este instrumento hay que practicar un poco y tener presente que una señal **RF** puede irradiarse al espacio con una polarización **horizontal** o **vertical**. Si la antena transmisora irradia una señal con polarización **vertical** la señal máxima se captará manteniendo la antena receptora en posición **vertical**, mientras que si la antena transmisora irradia una señal con polarización **horizontal** la señal máxima se captará poniendo la antena receptora en posición **horizontal**. Esta aclaración sirve para entender por qué al cambiar la posición de la antena del **detector** de horizontal a vertical o viceversa, el valor de **voltios/metro** cambia considerablemente.

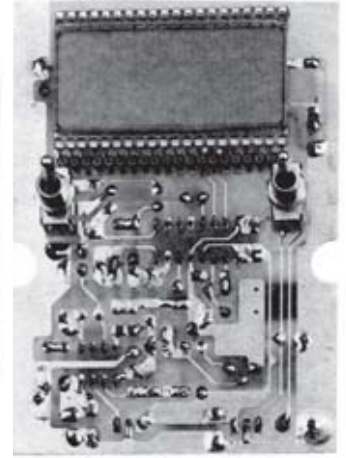
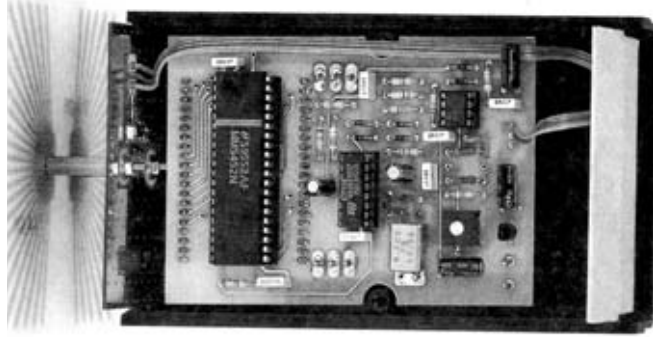
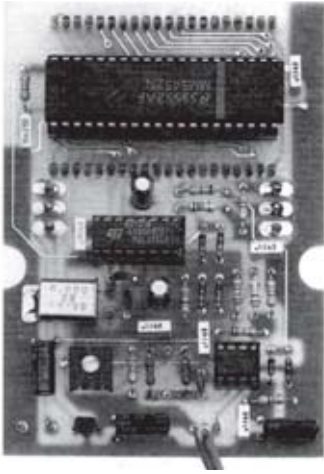
La antena receptora del aparato debe ir orientada hacia el punto al que está orientado el **enlace repetidor**, para ello basta con mover el aparato para establecer la dirección adecuada. Cuando se realice la medida hay que girar la antena en sentido **horizontal** y **vertical** hasta encontrar la posición que indique el valor **máximo**.

## PRECIOS Y REFERENCIAS

|  |               |
|--|---------------|
| <b>LX.1435:</b> Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso LX.1435, impreso montado en SMD (KM.1436), antena y el mueble contenedor ..... | <b>115,60</b> |
| <b>CC.1435:</b> Circuito impreso .....   | <b>12,50</b>  |

Estos precios no incluyen I.V.A.

Revista de aparición del kit: **N.193**



Aspecto final del circuito LX.1435 (vista delantera y trasera) y montaje en el mueble (también incluido en el kit).

Para realizar este proyecto se necesita el **circuito impreso** de doble cara **LX.1435**, circuito que soporta componentes en ambas caras, incluyendo un segundo impreso auxiliar (**KM.1436**) que se proporciona completamente montado en **SMD**. Para el montaje es importante tener presentes las siguientes consideraciones.

**Zócalos:** Al montar los **zócalos** para los circuitos integrados **IC2**, **IC3** e **IC5** hay que respetar la muesca de referencia de la serigrafía del circuito impreso y no utilizar mucho estaño para no provocar cortocircuitos.

**Resistencias:** Cuando se monten las **resistencias** que incluye el circuito (**R1**, **R3-R14**) hay que controlar su valor óhmico, si es preciso con la ayuda de una tabla de colores. En el caso del **trimmer** (**R2**) el valor se controla mediante la serigrafía impresa sobre su cuerpo.

**Condensadores:** Hay que controlar su valor por la serigrafía impresa en su cuerpo. Al montar los de **poliéster** (**C1-C3**, **C5**, **C11**, **C14-C15**) y los **cerámicos** (**C4**, **C9-C10**) no hay que preocuparse por la polaridad ya que carecen de ella. En cambio, al montar los condensadores **electrolíticos** (**C6-C8**, **C12-C13**) sí hay que tener en cuenta la polaridad de sus terminales.

**Semiconductores:** Al realizar el montaje de los **diodos** (**DS1-DS6**) hay que respetar su polaridad, para lo que hay que orientar su franja de color **negro** como se indica en el esquema de montaje práctico. Al montar el circuito integrado **IC3** hay que soldarle respetando la disposición de terminales, para lo cual hay que orientar su lado **plano** tal y como se indica en el esquema de montaje práctico.

**Conectores:** El Medidor de campos RF incluye un **portapilas** de **9 voltios** cuyos cables se sueldan directamente al circuito impreso. El montaje incluye también **2 conectores hembra** de tira de **20 terminales** utilizados para alojar el **display LCD** que han de soldarse en la cara de las pistas del circuito impreso.

**Interruptores y conmutadores:** El **interruptor** de encendido (**S2**), el **conmutador** de selección de la escala de medida (**S1**) se sueldan directamente en la cara de las pistas del circuito impreso (ver esquema de montaje).

**Circuitos integrados con zócalo:** Los integrados **IC2**, **IC3** e **IC5** se han de introducir en sus correspondientes zócalos haciendo coincidir las muescas de referencia en forma de **U** de los integrados con la de los zócalos.

**Elementos diversos:** El kit incluye varios componentes adicionales: Un

**display LCD** que se instala en los dos conectores de tira de 20 contactos que hacen la función de zócalo. El **cuarzo XTAL** ha de montarse horizontalmente soldando su cuerpo a la pista de **masa** del circuito impreso con una gota de estaño.

Es **aconsejable** soldar en primer lugar los componentes de la cara de las pistas, es decir los **conectores hembra** de tira y los conmutadores **S1-S2**.

**Montaje del módulo SMD KM.1436 y antena:** Una vez montado el circuito **LX.1435** se puede coger el módulo **KM.1436**, que ya se proporciona está montado en **SMD** (incluyendo a **IC1**), para insertar en sus dos alojamientos centrales las **torres** separadoras metálicas que sirven para fijar la **antena** de captación (no precisa soldadura). El módulo debe ir instalado en la fisura superior del mueble tal y como aparece en el esquema de montaje. Cuando se conecten los **tres cables** del módulo al circuito impreso **LX.1435** hay que prestar atención en **no** invertirlos ya que esto provocaría la ruptura del integrado **SMD**.

**MONTAJE EN EL MUEBLE:** En el kit se incluye el mueble de plástico en el que únicamente hay que fijar las tuercas de los conmutadores.

**AJUSTE:** Una vez completado el montaje hay que **ajustar** el circuito mediante el trimmer **R2**. Alejados al menos **1 Km** de cualquier repetidor de **TV** o de **teléfono**, hay que girar el **trimmer R2** de manera que en el display se lea **0,0 voltios/metro**. Si la **última** cifra del display oscila de **0,0** a **0,1** no importa.

**UTILIZACIÓN:** El dispositivo dispone de **2 controles**: **S2** (interruptor de encendido/apagado), **S1** (conmutador de selección de la escala de medida).

Para utilizar este instrumento hay que practicar un poco y tener presente que una señal **RF** puede irradiarse al espacio con una polarización **horizontal** o **vertical**. Si la antena transmisora irradia una señal con polarización **vertical** la señal máxima se captará manteniendo la antena receptora en posición **vertical**, mientras que si la antena transmisora irradia una señal con polarización **horizontal** la señal máxima se captará poniendo la antena receptora en posición **horizontal**. Esta aclaración sirve para entender por qué al cambiar la posición de la antena del **detector** de horizontal a vertical o viceversa, el valor de **voltios/metro** cambia considerablemente.

La antena receptora del aparato debe ir orientada hacia el punto al que está orientado el **enlace repetidor**, para ello basta con mover el aparato para establecer la dirección adecuada. Cuando se realice la medida hay que girar la antena en sentido **horizontal** y **vertical** hasta encontrar la posición que indique el valor **máximo**.

## PRECIOS Y REFERENCIAS

**LX.1435:** Todos los componentes necesarios para la realización del kit, incluido circuito impreso LX.1435, impreso montado en SMD (KM.1436), antena y el mueble contenedor .....115,60 €  
**CC.1435:** Circuito impreso .....12,50 €

Estos precios no incluyen I.V.A.

Revista de aparición del kit: **N.193**

# RADIO RHIN

**EL  
MAYOR**

## **AUTOSERVICIO**

**de componentes electrónicos**

- TV, VIDEO Y SONIDO PROFESIONAL.
- ANTENAS, SEMICONDUCTORES, KITS, SONORIZACIÓN...ETC.
- CABLES Y CONEXIONES INFORMÁTICAS.

# RADIO RHIN



ALAMEDA URQUIJO 32  
48010 BILBAO

**94 443 17 04**

**Fax: 94 443 15 50**

e-mail: [radiatorhin@elec.euskalnet.net](mailto:radiatorhin@elec.euskalnet.net)