

elektor

N.º 68
1986

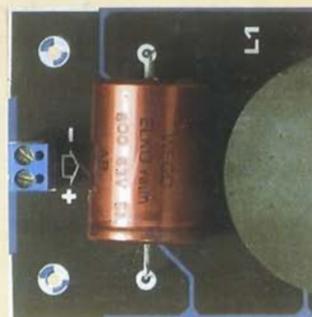
325 Ptas.
(incl. I.V.A.)

electrónica: técnica y ocio

**modulador
UHF/VHF**

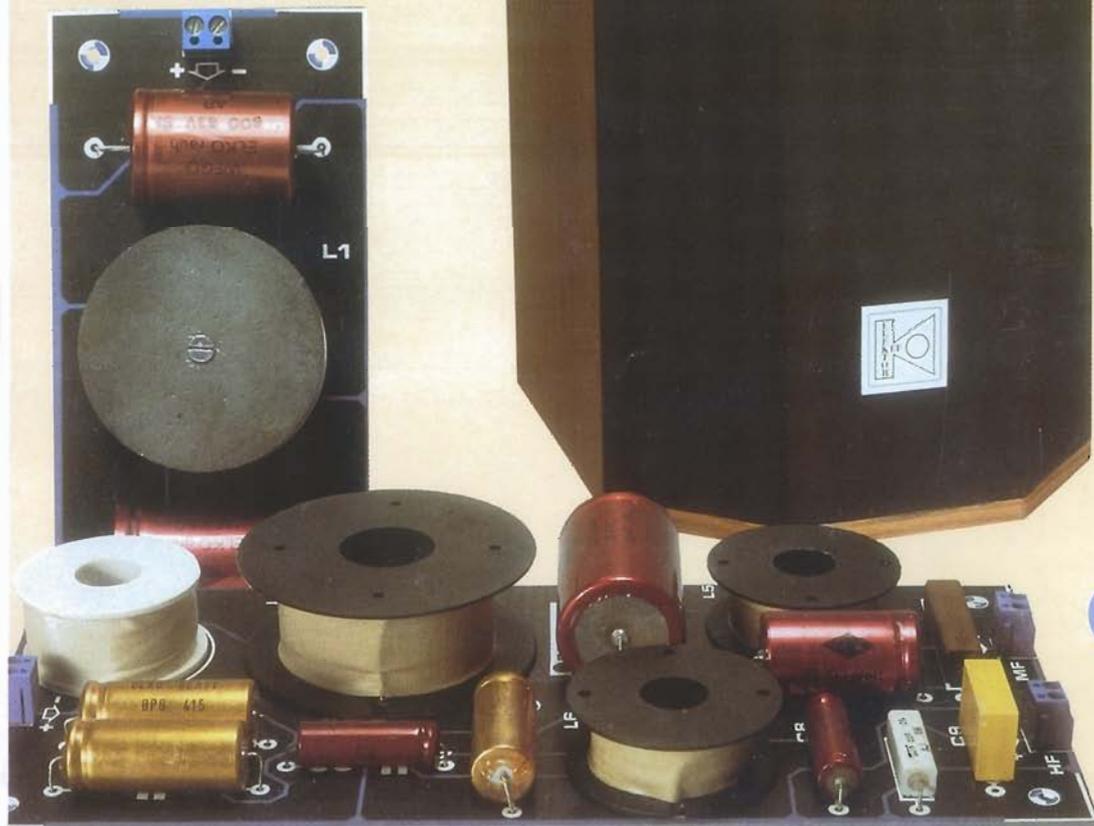
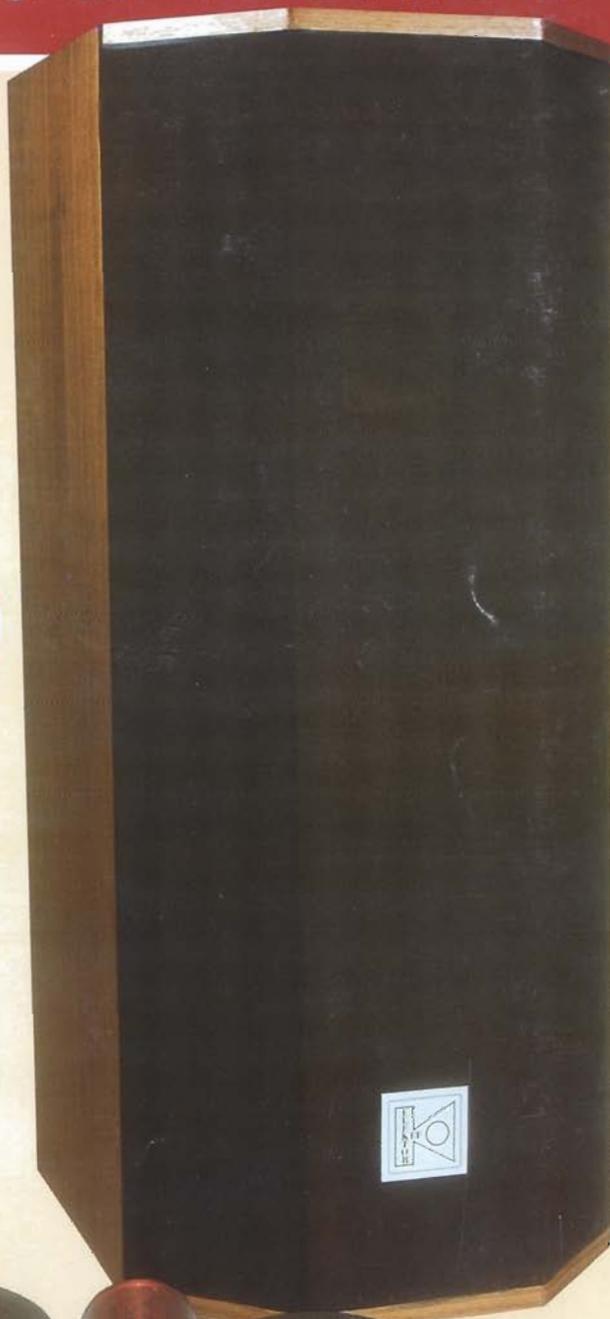
IBM PC (y 2)

PL 301



**sumario
85**

clepsidra



Teletipo Elektor	1-10
Noticias, informes, avances y curiosidades del sector.	
IBM PC y 2	1-13
La construcción práctica de un compatible IBM PC	
Modulador UHF-VHF	1-21
Las señales de vídeo a través del televisor	
PL 301	1-24
Recinto acústico para la cadena XL.	
PCBs, las placas de los circuitos impresos	1-37
Preamplificador microfónico	1-41
Reducción de los ruidos en la transmisión por cable.	
Modulador de bujías	1-44
Arranque seguro de los motores de maquetas	
Conversión A/D y D/A	1-47
Los principios fundamentales de los convertidores.	
Clepsidra	1-52
Temporizador programable de ocho canales.	
Correo del lector	1-61
Las consultas técnicas más interesantes y generalizadas de nuestros lectores.	
Sumario año 1985	1-62
Mercado	1-64
Libros	1-66
Bibliografía técnica nacional y extranjera.	
Anuncios breves	1-67
Quién y dónde	1-68



Ante todo queremos desearles un feliz año nuevo a todos nuestros lectores y darles las gracias por acompañarnos en nuestro séptimo año de publicación.

Un año lleno de novedades: nuestro cambio de formato, el omnipotente I.V.A. sobre todos los precios y nuestro cambio de dirección, desde Alfonso XIII a la plaza República del Ecuador.

En lo posible hemos procurado que los precios finales de nuestros diversos productos, revistas, libros, placas, no aumenten, o lo hagan ligeramente.

Comenzamos este año con un buen surtido de artículos de gran interés: la construcción del compatible IBM PC, un temporizador que controla ocho canales de salida con calendario perpetuo para calcular el día de la semana en cualquier año, y, en nuestra portada, un recinto acústico para los amantes de la muy alta fidelidad.

En el número de febrero, entre otros:

- Tarjeta para gráficos (1).
- Bus de entrada-salida universal.
- Convertidor A/D.
- Generador de salvas.
- Automonitor.

año 7, núm. 68 enero 1986

Redacción, Administración y Suscripciones:

PZA. REPUBLICA DEL ECUADOR, 2. 1.º-A y B.
28016 MADRID. Tel. 2505820.
Télex: 49371 ELOC E.

Edita:

Ediciones INGELEK, S.A.

Director:

ANTONIO M. FERRER ABELLO

Redactor jefe edición internacional:

K. S. M. WALRAVEN

Redactor jefe edición española:

JAVIER SAN JUAN

Cuerpo de redacción:

P. KERSEMAKERS, J. BARENDRECHT,
G. H. K. DAM, P. THEUNISSEN,
K. DIEDRICH, A. NACHTMANN.

Colaboradores:

ENRIQUE MONSALVE, JAVIER GONZALEZ,
ANGEL SEGADO, RAFAEL SERRANO e
INMACULADA de la TORRE.

Maquetación:

CARLOS GONZALEZ-AMEZUA
MAITE CONDE ALONSO

Producción:

VICENTE ROBLES

Publicidad:

CARMINA FERRER
Pza. República del Ecuador, 2. 1.º
28016 MADRID. Tel. 4576923
ISIDRO A. IGLESIAS
Gran V. Corts Catalanes, 1010
08020 BARCELONA. Tel. 3071113

Contabilidad:

MARIA ANTONIA BUITRAGO

Distribución:

SANTIAGO FERRER

Suscripciones:

MARIA GONZALEZ-AMEZUA

Revistas atrasadas:

MARIA ANTONIA GOMEZ

Distribución España:

COEDIS. Valencia, 245. BARCELONA

Distribución Argentina:

Cia. Americana de Ediciones SRL.
Sud America, 1532. 1290. BUENOS AIRES
Tel. 212464

Depósito Legal: GU.3-1980

ISSN 0211-397X

Impreso en España

PRINTED IN SPAIN

DERECHOS DE AUTOR

La protección de los derechos de autor se extiende no sólo al contenido redaccional de Elektor, sino también a las ilustraciones y circuitos impresos, incluido su diseño, que en ella se reproducen.

Los circuitos y esquemas publicados en Elektor, sólo pueden ser utilizados para fines privados o científicos, pero no comerciales. Su utilización no supone ninguna responsabilidad por parte de la sociedad editora.

La sociedad editora no devolverá los artículos que no haya solicitado o aceptado para su publicación. Si acepta la publicación de un artículo que le ha sido enviado, tendrá el derecho de modificarlo, traducirlo y utilizarlo para sus otras ediciones y actividades, pagando por ello según la tarifa que tenga en uso.

Algunos artículos, dispositivos, componentes, etcétera, descritos en esta revista pueden estar patentados. La sociedad no acepta ninguna responsabilidad por no mencionar esta protección o cualquier otra.

CORRESPONDENCIA

Para facilitar la labor de administración deberá mencionarse en la esquina superior izquierda del sobre la sigla que corresponda:

CT	Consulta técnica	S	Suscripciones
DR	Director	SLE	Libros y revistas atrasadas
CD	Cambio de dirección	ESS	Servicio de Software
EPS	Circuitos impresos	P	Publicidad
SC	Servicio comercial	AB	Anuncios breves

IMPORTANTE

Comunicamos a nuestros lectores que nuestro nuevo domicilio, a partir de enero, es:

**PLAZA REPUBLICA DEL EDUCADOR, 2. 1.º A y B 28016 MADRID.
TEL.: 250 58 20**

Rogamos que toda la correspondencia nos la enviéis al:

APARTADO DE CORREOS 61294 28080 MADRID

LISTA DE PRECIOS:

VENTA PUBLICO

(incluido I.V.A.)

Número sencillo: 325 ptas. Número doble: 650 ptas.

Suscripción anual (11 números): España 3.300 ptas.

Europa (correo aéreo) 4.500 ptas.; América (correo aéreo) 7.800 ptas. o 56 \$.

Derechos envío certificado:

España 330 ptas.

Extranjero 880 ptas.

PRECIO de ESTE EJEMPLAR

(sin I.V.A.): 307 ptas.

Copyright © 1986. Uitgeversmaatschappij Elektuur B. V. (Beek, NL)

© 1986. Ediciones INGELEK, S.A. (Madrid, E)

Prohibida la reproducción total o parcial, aún citando su procedencia, de los dibujos, fotografías, proyectos y los circuitos impresos, publicados en Elektor.

CONTROL DIFUSION



asociación española
de prensa técnica



Federación Internacional de la Prensa Periódica

DERECHOS DE REPRODUCCION

Elektuur B. V. 6190 AB Beek (L). Holanda.

Elektor Verlag GmbH, 5.133. Gangelt. R.F. de Alemania.

Glentop Publishers Ltd. London EN5 1ED, Inglaterra.

Elektor Sarl BP 53; 59270 Bailleul, Francia.

Elektor, Via Rosellini, 12. Milano-Italia.

Elektor E.P.E. Xanthoulis, Karaiskaki 14, Voula, Atenas-Grecia.

Elektor Electronics PVT Ltd., 3 Chunam Lane, Bombay 400007, India.

Elektor Portugal Ferreira and Bento, Lda. R.D. Estefanía, 32. 1000 Lisboa.

El precio de los circuitos impresos incluye el 12% de I.V.A.

circuitos impresos

E1: ENERO/FEBRERO 1980

Generador de funciones:		
Placa	9453	1.045
Frontal	9543-F	895

E9: FEBRERO 1981

Economizador de gasolina	81013	505
--------------------------------	-------	-----

E10: MARZO 1981

Ecuizador paramétrico:		
Filtro	9897-1	575
Control de tono	9897-2	580
Top Amp	80023	515
Top Preamp	80031	1.300

E12 MAYO 1981

Anti- robo	80097	475
------------------	-------	-----

E18: NOVIEMBRE 1981

Analizador lógico:		
Circuito principal	81094-1	2.790
Circuito de entrada	81094-2	750
Tarjeta de memoria	81094-3	715
Cursor	81094-4	1.080
Visualizador	81094-5	485
Fuente de alimentación	80089-3	1.010

E22: MARZO 1982

Matriz luminosa programable	81012	3.260
-----------------------------------	-------	-------

E26/27: JULIO/AGOSTO 1982

Voltmetro digital universal	81575	1.130
Sirena holofónica	81525	705

E28: SEPTIEMBRE 1982

Cronoprosesor universal:		
C. principal	81170-1	1.620
Circuito display/teclado	81170-2	1.015

E29: OCTUBRE 1982

Amplificador de 100W:		
Circuito amplificador	82089-1	910
Fuente de alimentación	82089-2	890
Anti- robo activo	82091	690

E32: ENERO 1983

Foto Computer:		
Procesador	81170-1	1.620
Teclado	82141-1	1.485
Interface teclado	82141-2	790
Display	82141-3	885

E33: FEBRERO 1983

Foto Computer (2.ª parte):		
Fotómetro	82142-1	610
Termómetro	82142-2	565
Temporizador programable	82142-3	695
Crescendo	82180	1.615

E34: MARZO 1983

Termómetro a LCD	82156	760
Accesorios para el crescendo	83008	1.060
Alimentación de 3 A para OP	83002	645
Cancerbero	82172	815
Curtis/VCO	82027	1.620

E35: ABRIL 1983

Ionizador para automóvil:		
Alimentación	82162	555
Ionizador	9823	1.400
Alimentación para laboratorio	82178	1.485
Adhesivo frontal	82178-F	695
Módulo combinado VCF/VCA	82031	1.550

E36: MAYO 1983

Módulos LFO/NOISE y doble ADSR:		
Doble ADSR	82032	
LFO/NOISE	82033	1.545

Super-eco	82175	1.430
Preludio:		865
Amplificador para cascos	83022-7	1.490
Alimentación	83022-8	1.360
Placa de conexión	83022-9	2.180

E37: JUNIO 1983

Preludio:		
Tarjeta bus	83022-1	4.235
Amplificador lineal	83022-6	1.840
Carátula adhesiva	83022-F	1.290
Curtis/Módulo COM	9729-1	1.295
Curtis/Alimentación	82078	1.345
Protector de fusibles	83010	572
Regulador para faros	83028	540

E38/39: JULIO/AGOSTO 1983

Generador efectos sonoros	82543	785
Super-fuente de 5 V	82570	726
Previo para lectores cassettes	82539	585
Flash-esclavo	82549	485

E40: SEPTIEMBRE 1983

Preludio:		
Corrector de tonos	83022-5	1.465
Semáforo de audio	83022-10	800
Luxómetro a LCD	83037	770

E41: OCTUBRE 1983

Modem acústico	83011	2.040
Reloj programable:		
Circuito impreso	83041	1.525
Frontal	83041-F	3.980
Preamplificador MC	83022-2	1.365
Preamplificador MM	83022-3	1.685
Semáforo:		
Emisor	83069-1	895
Receptor	83069-2	870

E42: NOVIEMBRE 1983

Interludio	83022-4	1.490
Vatímetro	83052	1.130
Teclado digital polifónico:		
Tarjeta de entrada	82107	1.875
Desplazador de sintonía	82108	1.100

E43: DICIEMBRE 1983

Personal FM	83087	735
Tarjeta CPU con Z80-A	82105	2.495
Iluminación para tren eléctrico	82157	1.450
Maestro:		
Transmisor	83051-1	740
Carátula adhesiva	83051-F	1.330
Auto-test	83083	1.690

E44: ENERO 1984

Buffer Preludio	83562	675
Maestro: Receptor	83051-2	4.565
Anemómetro:		
Tarjeta memoria	83103-1	1.440
Circuito de medida	83103-2	590
Convertidor morse	83054	1.025

E45: FEBRERO 1984

Poli-bus	82110	1.165
Eléctrometro	83067	905
Decodificador RTTY	83044	670

E46: MARZO 1984

Tarjeta CPU universal:		
Tarjeta principal	83108-1	2.760
Tarjeta de comunicaciones	83108-2	1.715
Pseudo-estéreo	83114	670

E47: ABRIL 1984

Sintetizador polifónico:		
Unidad de salida	82111	1.855
Convertidor D/A	82112	775
Omnibus	93102	3.085
Video-amplificador	83113	725

E48: MAYO 1984

Crono-Master:		
Circuito de medida	84005-1	1.232
Visualización	84005-2	1.195
Audioscopio espectral:		
Filtros	83071-1	1.130

Control	83071-2	1.080
Visualización	83071-3	1.060
Receptor para banda marítima	83024	1.510
Lector de cassetes digital	83134	1.605

E49: JUNIO 1984

Desfasador de audio:		
Módulo de retardo	83120-1	1.545
Oscilador y control	83120-2	950
Veleta electrónica	84001	1.855
Capacimetro:		
Panel frontal	84012-F	1.520
Tarjeta de medida	84012-1	1.415
Visualización	84012-2	835

E50/51: JULIO/AGOSTO 1984

Amplificador PDM 10 W	83584	965
Termómetro para disipadores	83410	1.005
Amplif. micróf. con ajuste de tonalidad	83562	735
Generador de miras B/N	83551	685
Disco light:		
Tarjeta principal	84007-1	3.085
Tarjeta programa	84007-2	1.140

E52: SEPTIEMBRE 1984

Caja de sincronismos de video	83124	815
Elaberinto:		
Placa principal	84023-1	1.475
Placa de control	84023-2	1.305
Generador de impulsos:		
Placa frontal	84037-1	1.910
Placa de doble cara	84037-2	2.285
Carátula adhesiva	84037-F	1.365

E53: OCTUBRE 1984

Videocombinador	84018	790
Analizador en tiempo real:		
Placa de filtros	84024-1	1.580
Circuitos de entrada y alimentación	84024-2	1.285
Interface de potencia	84019	1.804
Borrador de EPROMs inteligente	84017	1.570

E54: NOVIEMBRE 1984

Analizador en tiempo real:		
Placa de visualización	84024-3	4.740
Placa de base	84024-4	6.570
Receptor portátil de onda corta	84040	1.910
Lanzadestellos portátil	84048	1.000
Interface para máquinas de escribir electrónicas	84055	1.560

E55: DICIEMBRE 1984

Analizador en tiempo real:		
Generador de ruido rosa	84024-5	1.243
Carátula adhesiva frontal	84024-F	2.000
Supervisualizador de video	84024-6	2.055
Mini-Crescendo	84041	1.775

E56: ENERO 1985

Fuente de alimentación conmutada	84049	1.220
Amplificaciones para ZX-81 y Spectrum	84054	1.235
Micrófono sin hilos	84063	1.365

E57: FEBRERO 1985

Inversor de video	84084	1.245
Convertidor RS232-Centronics	84078	2.035
Sonda batimétrica:		
Placa principal	84062	1.845
Placa display	81105-1	805

E58: MARZO 1985

Simulador de estéreo	83133-1	860
.....	83132-2	1.245
.....	83133-3	1.045
Preamplificador dinámico	84089	865
Tacómetro digital	84079-1	1.035
.....	84079-2	1.415
Amplificador a válvulas	84095	1.930

E59: ABRIL 1985

Adaptador SCART	84072	1.090
Harpaón. Versión 1	84073	785
Harpaón. Versión 2	84083	731

Falsa alarma	84088	825
TV en monitor	84101	748
Mini-impresora	84106	2.075
Generador en funciones:		
Placa principal	84111	2.505
Placa frontal	84111-F	1.395
Controlador de mini-car.	84130	1.085

E60: MAYO 1985

Filtro activo	84071	1.780
Limpiador de impulsos de casete para ZX-81	84075	1.340
Fláshmetro	84081	1.295
Termorregulador para soldador	84112	780
Amplificador portátil para guitarra	84128	1.680
Frecuencímetro a µP:		
Circuito principal	85013	3.455
Visualizador	85014	1.410
Oscilador	85015	705
Panel frontal	84097-F	3.145

E61: JUNIO 1985

Selector de EPROMs	85007	1.030
Autodim	84096	785
Alimentación alterna	84035	845
Fundido de diapositivas controlado por ordenador:		
Placa de control	84115-1	3.385
Placa de potencia	84115-2	2.079
Etapas de entrada a 1,2 GHz	85006	1.385
Amplificador híbrido de 30 W	85001	1.045

E62/63: JULIO/AGOSTO 1985

Protector de alimentación	84408	748
Control económico de motor	84427	775
Alarma para frigorífico	84437	760
Convertor VHF/AIR	84438	1.130
Analizador de líneas	84452	1.055
Timbre musical	84457	915
Frecuencímetro	84462	1.665
Alimentación para microordenador	84477	1.815

E64: SEPTIEMBRE 1985

Modulador UHF	84029	1.030
Telefase	84100	755
Interface casete para C-64 y VIC-20	85010	865
Contador Universal	85019	970

E65: OCTUBRE 1985

Metronómo electrónico:		
Placa principal	83107-1	1.110
Alimentación	83107-2	625
Reloj en tiempo real	84094	2.175
Medidor RLC	84102	2.175
Interruptor crepuscular	85021	852
Radio solar	85042	905
Fuente de alimentación de 10 amperios	85044	2.070

E66: NOVIEMBRE 1985

Medidor RLC	84102	2.370
Temporizador universal	84107	900
Plotter gráfico X-Y	85020	4.150
Kitt scanner	85025	1.309
Cuentarrevoluciones	85043	2.035
Detector de infrarrojos	85064	2.400

E67: DICIEMBRE 1985

Subsonikator	84109	830
Medidor pH	85024	1.250
Amplificador AXL	85027	1.840
Pseudo 2732	85065	725
Indicador de mantenimiento para coche	85072	2.310

junior computer

Circuito principal	80089-1	4.220
Visualizador	80089-2	418
Fuente alimentación	80089-3	1.010
Tarjeta de memoria RAM y EPROM	80120	4.895
Interface	81033-2	6.370
Fuente de alimentación de 12 V	81033-2	484
Tarjeta de adaptación	81033-3	430
Tarjeta de bus para microprocesadores	80024	2.155
Programador de EPROM	82010	1.562
Tarjeta de RAM dinámica	82017	1.815
Minitarjeta de EPROM	82093	595
Teclado ASCII	83058	6.565
Tarjeta VDU	83082	2.685
Tarjeta de memoria universal	83014	2.595

software

Junior Computer (2708)	ESS 503	1.500
Matriz luminosa (2708)	ESS 504	1.700
TM para Junior Computer (2716)	ESS 506	890
PME para Junior Computer (2716)	ESS 507	890
Generador caracteres VDU (2732)	ESS 523	1.375
Terminal universal (2732)	ESS 525	1.375
Elaberinto (2716)	ESS 527	890
Copiador de EPROM (2716)	ESS 528	890
Frecuencímetro a µP (2732)	ESS 531	1.375
Plotter X-Y (2732)	ESS 532	1.375
Clepsidra (2732)	ESS 535	1.575

Puede enviar la memoria y un Giro Postal por 400 (grabación) + 150 (gastos de envío) = 550 ptas.

formant

FORMANT sintetizador musical

Circuitos impresos		
Interface	9721-1	805
Receptor de interface	9721-2	375
Fuente de alimentación	9721-3	1.215
Teclado (una octava)	9721-4	305
VCO	9723-1	2.445
VCF 12 dB	9724-1	1.070
VCF 24 dB	9953-1	1.060
RMF	9951-1	1.150
ADSR	9725-1	1.075
DUAL/VCA	9726-1	1.115
LFO	9727-1	1.170
NOISE	9728-1	1.025
COM	9729-1	1.035
Carátulas:		
Interface	9721-F	
VCO	9723-F	
VCF 12 dB	9724-F	
VCF 24 dB	9953-F	
RFM	9951-F	
ADSR	9725-F	
DUAL VCA	9726-F	
LFO	9727-F	
NOISE	9728-F	
COM	9729-F	

Todas las carátulas a 445 ptas./unidad

Este mes...

Elektor, núm. 68, enero 1986

	Referencia	P.V.P.
Modulador UHF/VHF	85002	645
Preamplificador microfónico	85009	785
Clepsidra/C. principal	85047-1	1.930
Clepsidra/Visualizador	85047-2	1.930
Clepsidra/Frontal-teclado	85047-F	3.945
Modulador de bujías	85053	895

OFERTA: AHORA 20% MENOS. STOCK LIMITADO

REFERENCIA	DESCRIPCION	P.V.P.	ELEKTOR
EPS 79073	Ordenador juegos TV/C. principal	4.975→3.980	E-7
EPS 79073-1	Ordenador juegos TV/Alimentac.	750→600	E-7
EPS 79073-2	Ordenador juegos TV/Teclado	1.125→900	E-7
EPS 81143	Ordenador juegos TV/Ampliación	5.400→4.320	E-21
EPS 80053	Contador Geiger Müller	1.085→865	E-20
EPS 79007	Juego de tula	690→550	E-8
EPS 9932	Analizador de audio	1.115→890	E-10
EPS 9967	Modulador UHF-VHF	535→430	E-8
EPS 79514	Gate-Dip	555→440	E-16
EPS 79038	Ext. memoria Elekterminal	1.890→1.510	E-23
EPS 79053	Quinielista electrónico	480→380	E-6
EPS 9988	Golf de bolsillo	450→360	E-7
EPS 80016	Grillo electrónico	405→320	E-7



Nuevo domicilio ELEKTOR

Pza. Republica del Ecuador, 2.

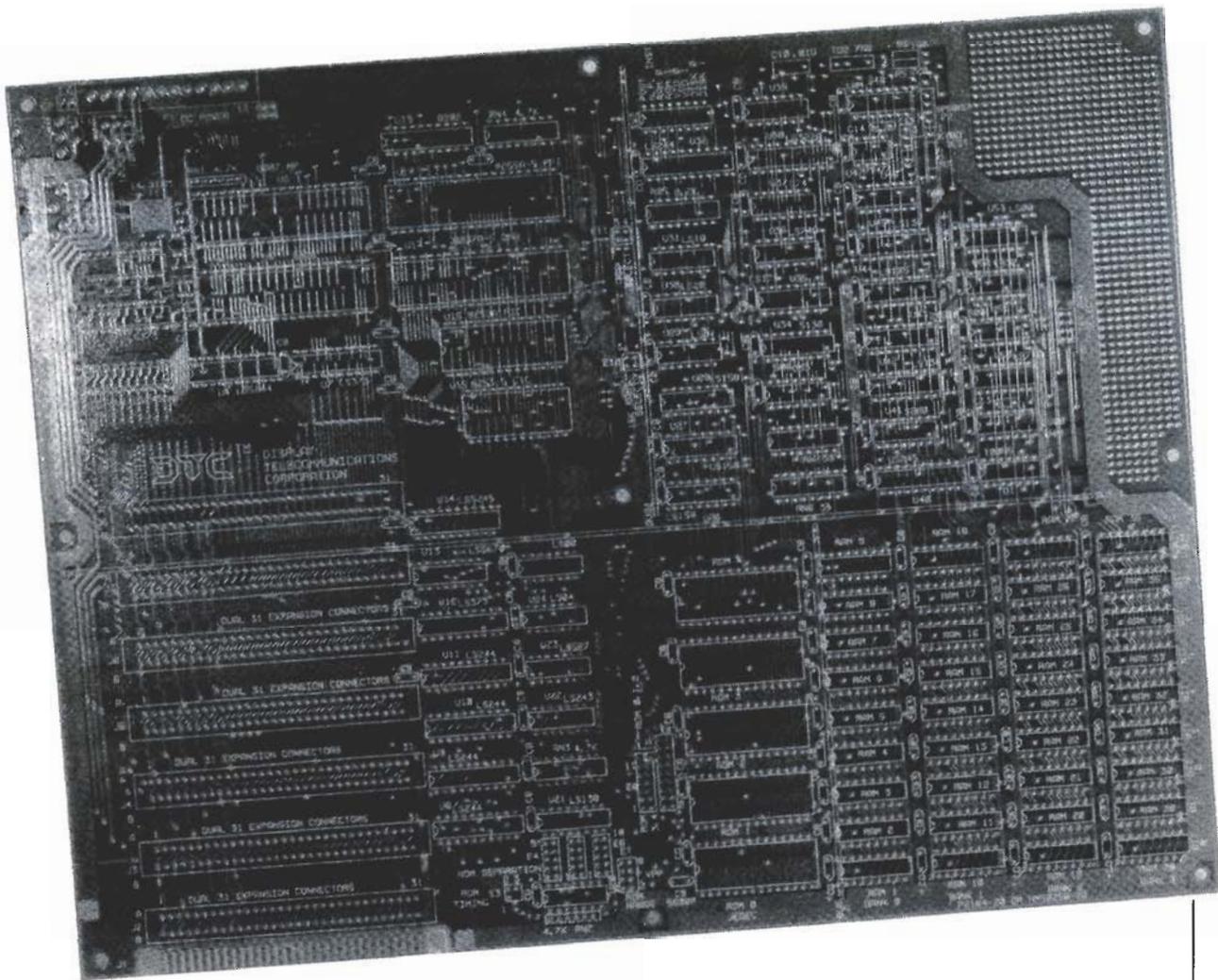
1ª y b

28080 Madrid

☎ 2505820

Debido a los incrementos de precio que venimos soportando desde hace algún tiempo, nos vemos obligados a incrementar los precios de las placas actualmente en existencia en un 10%. Nuestro deseo es mantener el servicio EPS con el mínimo precio y el máximo de calidad, por lo que las nuevas placas, si bien llevarán el I.V.A. incorporado, sufrirán un aumento menor. Esperamos que los precios dentro de unos seis meses sean similares a los actuales.

Los precios de los circuitos impresos incluyen, a partir de ahora, un 12% de I.V.A.



IBM COMPATIBLE

Tal como anunciamos el mes pasado, publicamos aquí los detalles de construcción del IBM compatible. Un moderno y potente ordenador personal con amplias posibilidades. Recuerde que para la realización de este proyecto se necesita un cierto nivel de conocimientos, no siendo recomendado para principiantes.

Muchas páginas se han escrito sobre el PC de IBM. De hecho este ordenador se ha convertido en una referencia para cualquier equipo moderno y, basándose en su popularización, son muchos los compatibles existentes hoy día en el mercado. Uno de los puntos importantes que han contribuido a su difusión, y al nacimiento de los compatibles, ha sido la abun-

dancia de programas, y tarjetas de expansión, disponibles. Dado que la mayor parte de las aplicaciones conocidas del gran público son altamente profesionales, y pocos juegos, existe la idea, falsa desde luego, que la construcción de un equipo de estas características es una tarea imposible. Sin ser un juego de niños su montaje es factible, siempre que se cuente con

los materiales necesarios. Para simplificar la correcta terminación del mismo, hemos tomado como base el Kit Megaboard producido por la firma DTC. Este kit contiene la placa virgen, componentes, la EPROM del monitor, la PROM decodificadora de direcciones y una extensa documentación en inglés. Siguiendo puntualmente las instrucciones de este manual, "assembly instructions", evitará muchos problemas posteriores. Además de las indicaciones del manual conviene no olvidar los siguientes puntos:

- Utilice zócalos de primera calidad para todos los circuitos integrados, nada de zócalos económicos o de segunda mano. La placa no es barata y las operaciones de sustituir un integrado pueden romper pistas o metalizaciones.
- El soldador empleado debe tener una punta fina y en buenas

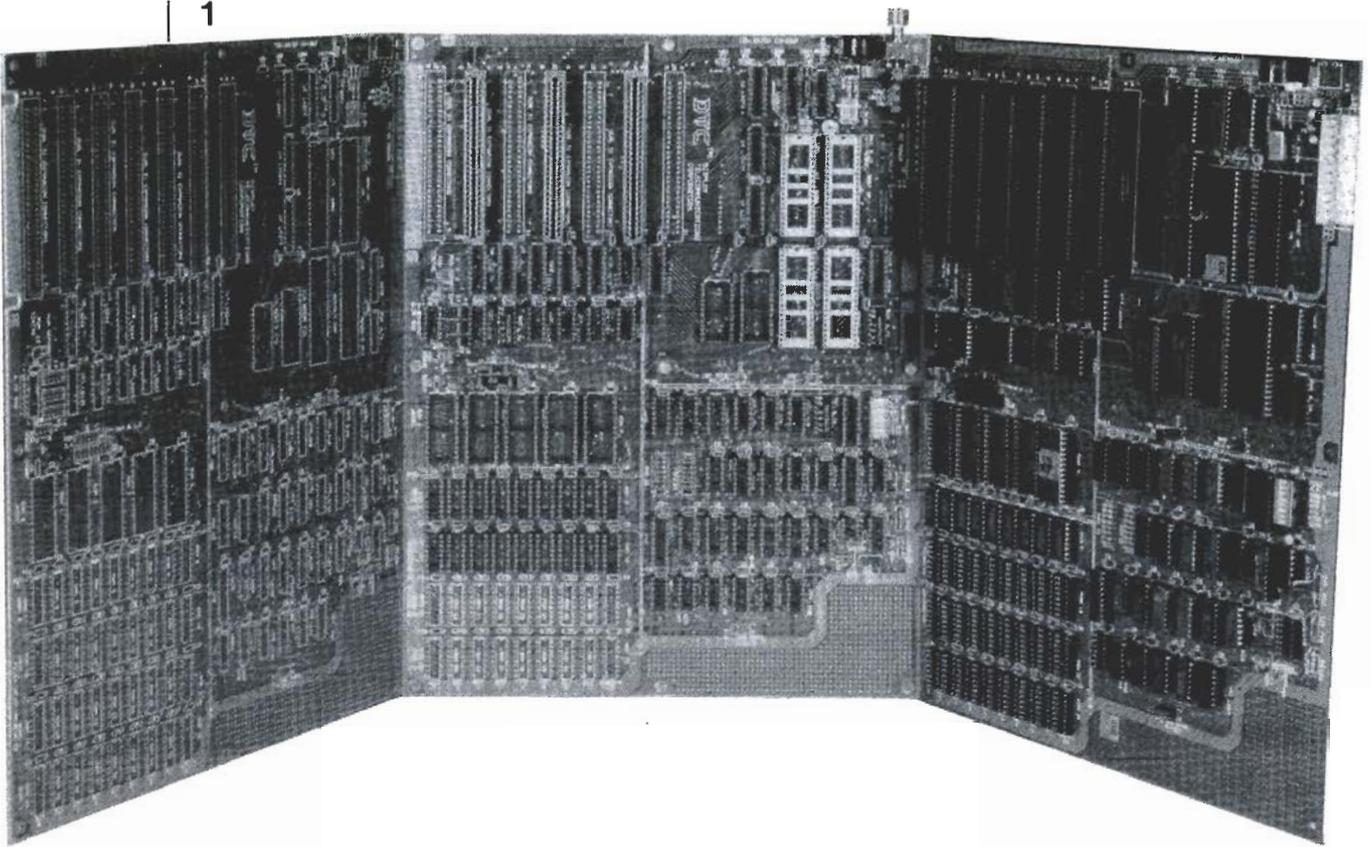


Figura 1. A la izquierda la placa virgen, en el centro a medio montar, y a la derecha totalmente montada. Un camino largo, a veces delicado, pero siempre apasionante.

condiciones. El estaño será del tipo 60/40 (60% de estaño y 40% de plomo).

- Un cierto número de componentes no es excesivamente sencillo de localizar. Mientras no se trate de integrados se puede improvisar:

1.º El condensador C8 previsto en la placa es de dos terminales, puede utilizar uno del tipo tres terminales, más fácil de encontrar, cortando uno de ellos (el que está duplicado, por supuesto).

2.º Las redes de resistencias pueden ser sustituidas por resistencias de 1/8 de W. En nuestro prototipo hicimos esto con RN1 (3 de 4K7), RN2 (5 de 4K7), RN6 (7 de 33 ohmios) y RN7 (7 de 33 ohmios).

3.º La línea de retardo TD2 introduce un retardo tan corto (7 ns.) que la sustituimos simplemente por un puente.

4.º Los puentes de selección de las EPROM requieren un poco de gimnasia mecánica. Señalemos una pequeña incorrección en el manual: no hay que realizar el puente 1-3; debe puentearse los terminales 2-3 (XMEMR).

5.º La explicación de los puentes para decodificación de las EPROM no es suficientemente clara, por lo que proponemos aquí algunas precisiones. Por ser el tipo más habitual haremos referencia únicamente a la EPROM 2764. Para E8 no es necesario el puente 5-6, ni el 5-7 para E9. Para E9 hay que realizar el puen-

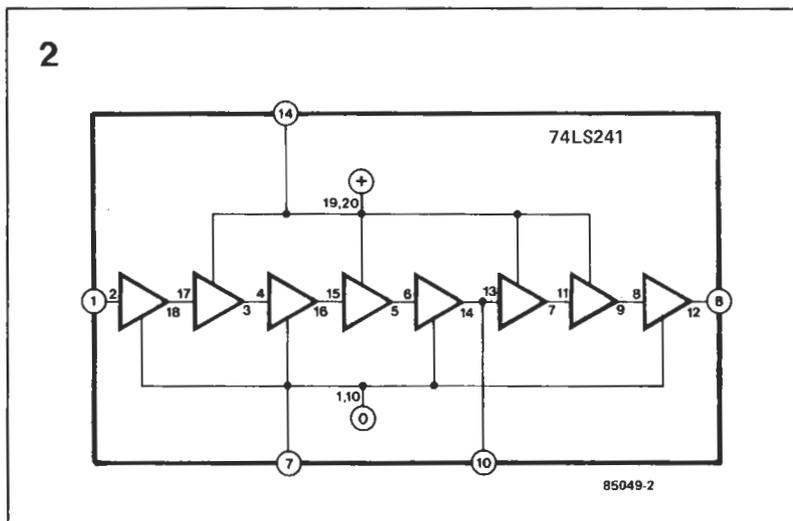
te 14-15, y no el 13-14 como indica el manual.

6.º Llegado a este punto es conveniente verificar el montaje antes de insertar los integrados. Aplique una tensión de 5 voltios estabilizados y compruebe la ausencia de cortocircuitos, así como la presencia de alimentación en los integrados u otros puntos importantes de la placa.

7.º Los integrados se insertan en los zócalos. Preste atención a la correcta orientación y posición de los mismos. Cuidado con las patillas dobladas, bien sea por debajo del zócalo o fuera de él. La mayor parte de los integrados son bastante habituales, con excepción de la línea de retardo TD1, la PROM (U43) y, tal vez, U47.

8.º Si dispone de la PROM ya programada, o si la versión que usted tiene no la necesita (como es el caso de la "Super XT/PC board", sobre la que hablaremos más tarde) no hay problema. En otro caso puede sustituirse por la 24S10 de Thosiba, la HM 7611 (Harris), la 9301 (MMI) o la 93427 (Fairchild). El listado del contenido se encuentra en el manual. Para la RAM E11 los puentes también vienen indicados en el manual. Los de E12 están ya realizados en el propio circuito impreso. Otro pequeño despiste del manual olvida mencionar la necesidad de realizar el puente 1-2 para E10 (si tiene confianza en nosotros realice este puente).

Figura 2. La línea de retardo TD1 puede ser sustituida por una cadena de buffer. El patillaje de la línea de retardo original en el exterior; las patillas del 74LS241 en el interior.



9.º La línea de retardo TD1 (100 ns.) puede ser sustituida por el circuito de la figura 2, en el que se han conectado en cascada las ocho etapas del 74LS241. A pesar de tener un tiempo de retardo real (medido) más corto el sistema funciona correctamente. La figura 3 indica la posible realización práctica.

10.º Si tiene dificultad para encontrar el 75477 (U47), puede emplear un VFET, del tipo BS 170 o VN 10KM, más sencillos de localización. La figura 4 indica los patillajes y conexión de ambos tipos.

En el arranque del equipo, el BIOS (monitor en EPROM del sistema) produce una señal acústica para indicar que todo va bien. Hace alta conectar un pequeño altavoz entre las patillas 1 y 4 de P2, como se aprecia en la figura 4.

Alimentación

Las tensiones requeridas son las siguientes:

- 5 V / 7 A
- 12 V / 2 A
- 5 V / 0,3 A
- 12 V / 0,25 A

La tarjeta base, y los dos lectores de discos, consumen aproximadamente unos 3 A (a 5 V), nos quedan pues 4 A para las tarjetas de expansión. Cualquier fuente que suministre estas tensiones puede servir para el montaje. Por nuestra parte hemos utilizado la "alimentación para micro-ordenador" aparecida en el número 62/63 de julio/agosto 85 (pág. 7-35), con las modificaciones de la figura 5. Como las RAM dinámicas empleadas necesitan sólo 5 voltios, podemos prescindir, inicialmente, de la salida de -5 V. Es importante que los transistores de potencia (especialmente T1) tengan un disipador generoso, un pequeño ventilador ayuda a reducir el tamaño de los disipadores y la temperatura de la fuente. Como medida de precaución hemos añadido el circuito de protección del mismo número de verano (Protector de alimentación, Elektor 62/63, página 7-75), ligeramente modificado conforme a la figura 7. La modificación consiste en sustituir S2 por un puente, y colocar un pulsador, en serie con una resistencia de 1K, en paralelo con el diodo D3. La función del nuevo interruptor es asegurar que la línea de 12 voltios se desconecte siempre antes que la de 5

3

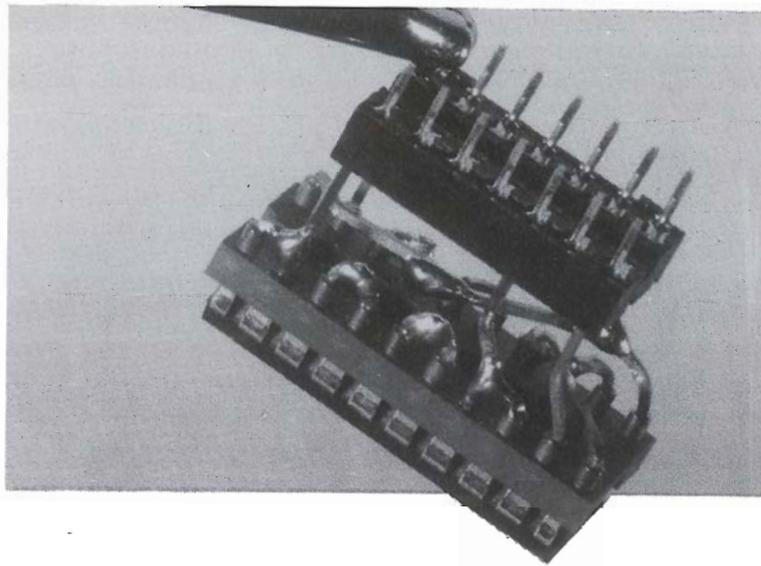


Figura 3. Realización práctica del esquema de la figura 2.

V, asegurando que la cabeza de lectura/escritura del disco no pueda activarse durante la desconexión. Esta medida no es absolutamente necesaria en los modernos lectores de discos, ya que incorporan internamente esta protección; si desea utilizar una mecánica antigua, o no está seguro de si contiene esta protección la que vaya a utilizar, es más fiable colocar este pulsador.

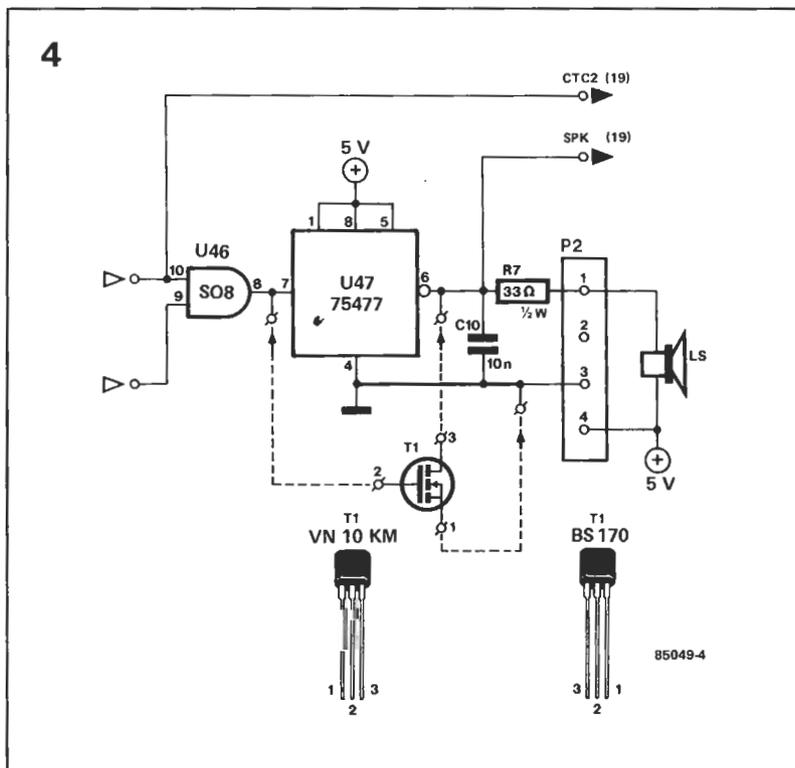
Conecte unas cargas resistivas en las salidas, para mantener un consumo del 50% del total, y deje la fuente en marcha durante 24 horas. Verifique que todas las salidas están dentro de los valores requeridos. Tras esta prueba de fuego puede alimentar la placa principal.

Cierre los interruptores, DIL, SW1 y SW2 de la placa en posición ON (ON = 0 = cerrados); con ello indicamos a la MEGA BIOS que no hay coprocesador numérico, Intel 8087, y que no debe realizar test de RAM. Si se omite este último interruptor el programa de arranque intentará comprobar la RAM de la tarjeta de vídeo; esta tarjeta se conectará más tarde a la placa.

Test 1 y 2

Antes de conectar la fuente a la placa es recomendable hacer una prueba exhaustiva de la misma.

Figura 4. El integrado 75477, U47, puede ser sustituido por un V-FET tal como hicimos nosotros mismos.



Prepare la placa principal sobre un soporte provisional aislante y anti-estático. Si toda la operación de montaje se ha realizado correctamente, algunos segundos después de conectar la alimentación sonará en el altavoz un breve tono agudo. Este tono se repetirá si se actúa sobre el pulsador de "reset".

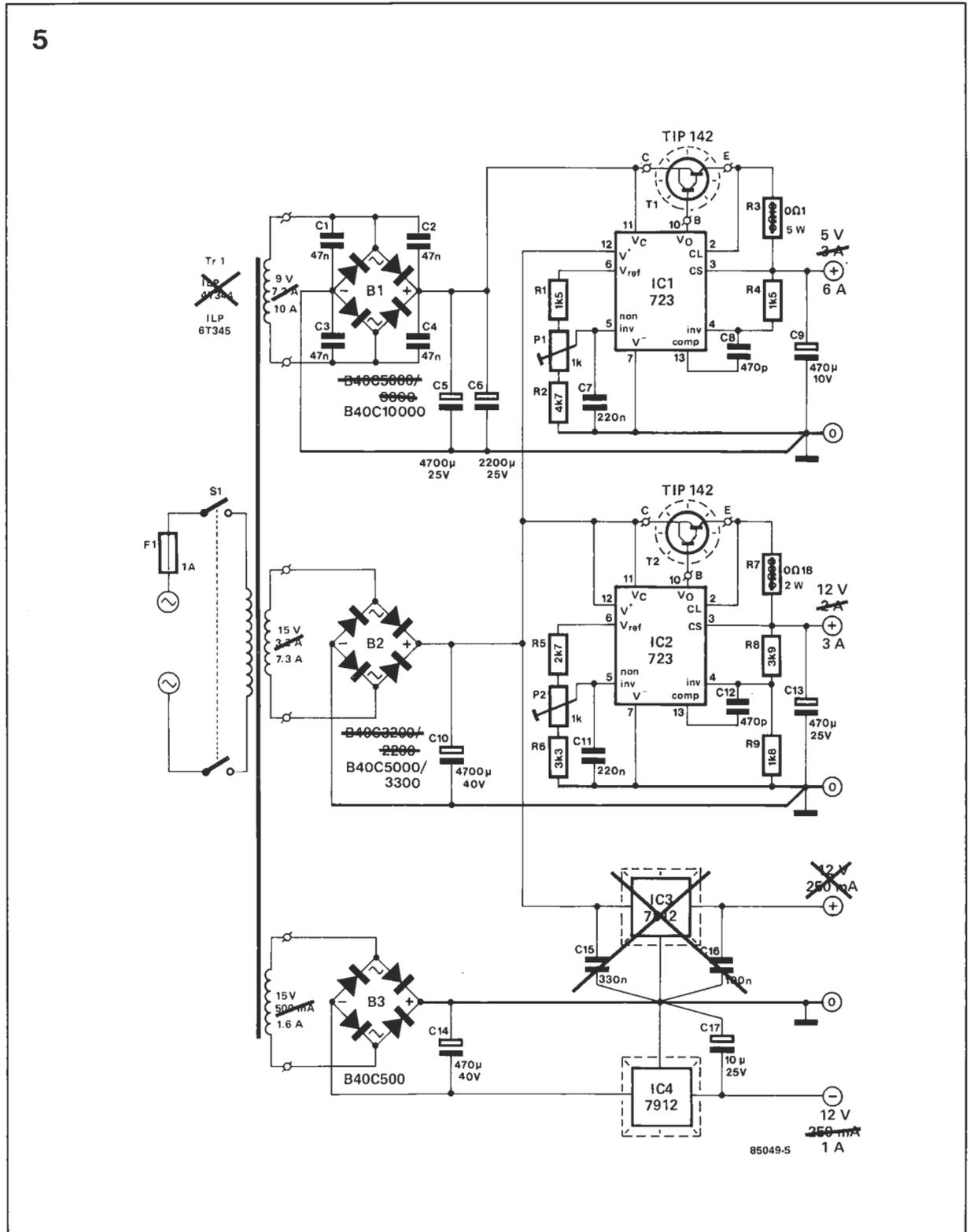
En caso de problemas la mejor solución consiste en seguir los pasos indicados en el "Testing

and debugging manual" incluido en el kit. Si bien en él se recomienda el uso de un osciloscopio de 100 MHz, un modelo de 10 MHz de buena calidad puede servir.

Tarjetas de expansión

Hay un amplio surtido de tarjetas de vídeo y control de discos en

el mercado. Nosotros hemos escogido para las pruebas una tarjeta de vídeo, blanco y negro, dotada de un interface de impresora tipo Centronics. Para poder conectarla a un monitor (75 ohmios, 16 KHz) hay que añadir el circuito de la figura 8, construido en una placa de prototipo. Una cuestión importante es que la salida vídeo del IBM no tiene una frecuencia de línea de 15.750 KHz, la estándar de los monitores y televisio-



nes, sino de 18.432 KHz. Esto obliga a utilizar un monitor que admita esta frecuencia. La frecuencia de cuadro puede ser de 50Hz, norma americana, o 60 Hz, norma europea, variando de unos modelos a otros.

Sobre el interface de discos flexibles hay poco que decir. Cualquier modelo que se ajuste al denominado bus Shugart puede utilizarse. Si la mecánica va a ser instalada fuera de la caja, habrá que conectarla a la placa a través del conector D previsto en la placa de control de discos. La distribución de los 37 contactos de este conector se muestra en la figura 9.

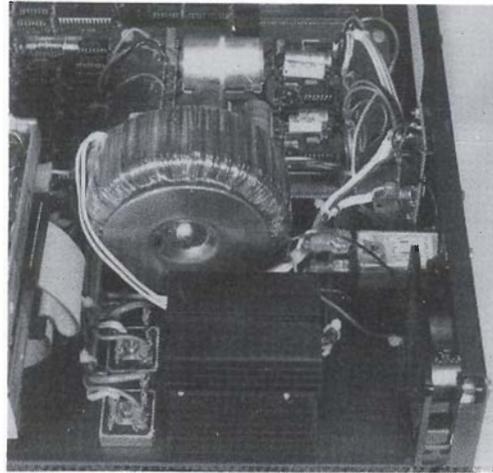
Caja

Antes de introducir la placa, fuente y discos en la caja conviene hacer un test exhaustivo de funcionamiento. Tenga cuidado con la caja elegida; conocemos al menos cuatro tipos, y no todos ellos tienen las mismas dimensiones, incluso alguna presenta dificultades mecánicas, aunque no imposibles, para recibir la placa.

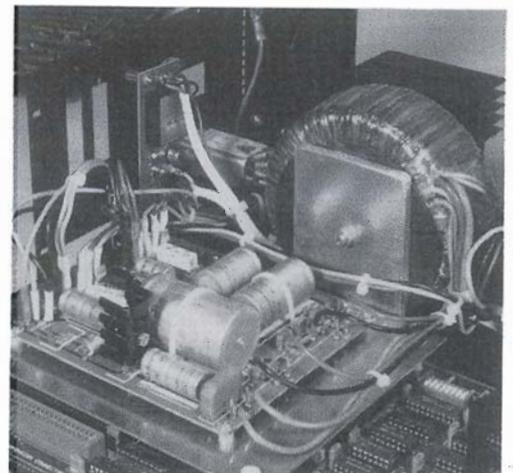
Test n.º 3

Enchufe el monitor, abra el interruptor SW1, y conecte el ordenador. Como ya disponemos de la tarjeta de vídeo, el sistema verifica ahora la RAM de vídeo y del sistema. Si al realizar la instala-

6a



6b



ción no hemos estropeado nada deberá oírse la señal acústica del altavoz. Durante el auto-test se verá en pantalla la palabra "TESTING MEMORY" seguidas por la barra, a izquierda y derecha alternativamente, como muestra la figura 1a. Después de la señal acústica deberá aparecer en pantalla el contenido de la tabla 1b seguido por el contenido de la 1c.

Con todo el equipo funcionando realizamos pruebas con diferentes programas en nuestro prototipo: tanto el PC-DOS 2.0 como el PC-DOS 2.1 fueron probados sistemáticamente sin encontrar ningún fallo; un proceso de texto, un programa de contabilidad, incluso un simulador de vuelo, funcionaron perfectamente. Los programas en MS-DOS, sin embargo, pueden presentar fallos según el

ordenador para el que fueron diseñados, ya que en este terreno hay ligeras desviaciones de uno a otro equipo, sin embargo el 90% de los programas para IBM, o compatibles, funcionará sin ninguna modificación. Desde luego no hemos comprobado todo el software disponible para el PC, pues en caso contrario todavía estaríamos haciendo pruebas.

Seguramente encontrará dificultades para localizar las ROMs del BASIC de IBM, por lo que deberá usar otras ROM o EPROM. Esto no es un gran problema ya que, si desea compatibilidad total, puede utilizarse otro BASIC, por ejemplo el GWBASIC, desde el disco.

Por nuestras manos han pasado varias tarjetas de muy diversos orígenes. La tarjeta que nosotros

Figura 6. La fuente de alimentación, con un ventilador, en la caja del ordenador.

Tabla 1a.
Testing Memory \

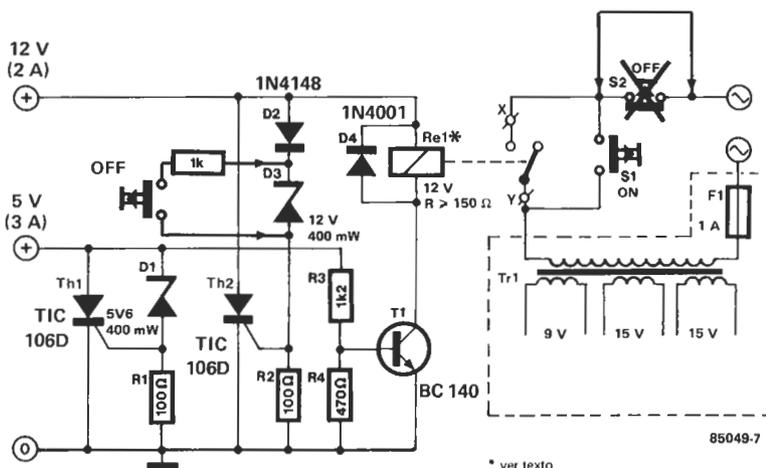
Testing Memory /

Testing Memory \

Tabla 1b.
MEGA-BIOS V1.0
© Display Telecommunications Corporation 1983

Tabla 1c.
Insert diskette in Drive A
Press any key

7



* ver texto

85049-7

Figura 7. El circuito de seguridad de la alimentación. También está basada en un circuito publicada en el verano del 85.

Figura 8. Circuito de adaptación entre la salida video y un monitor. Este circuito no modifica la frecuencia de línea, bastante especial, del IBM.

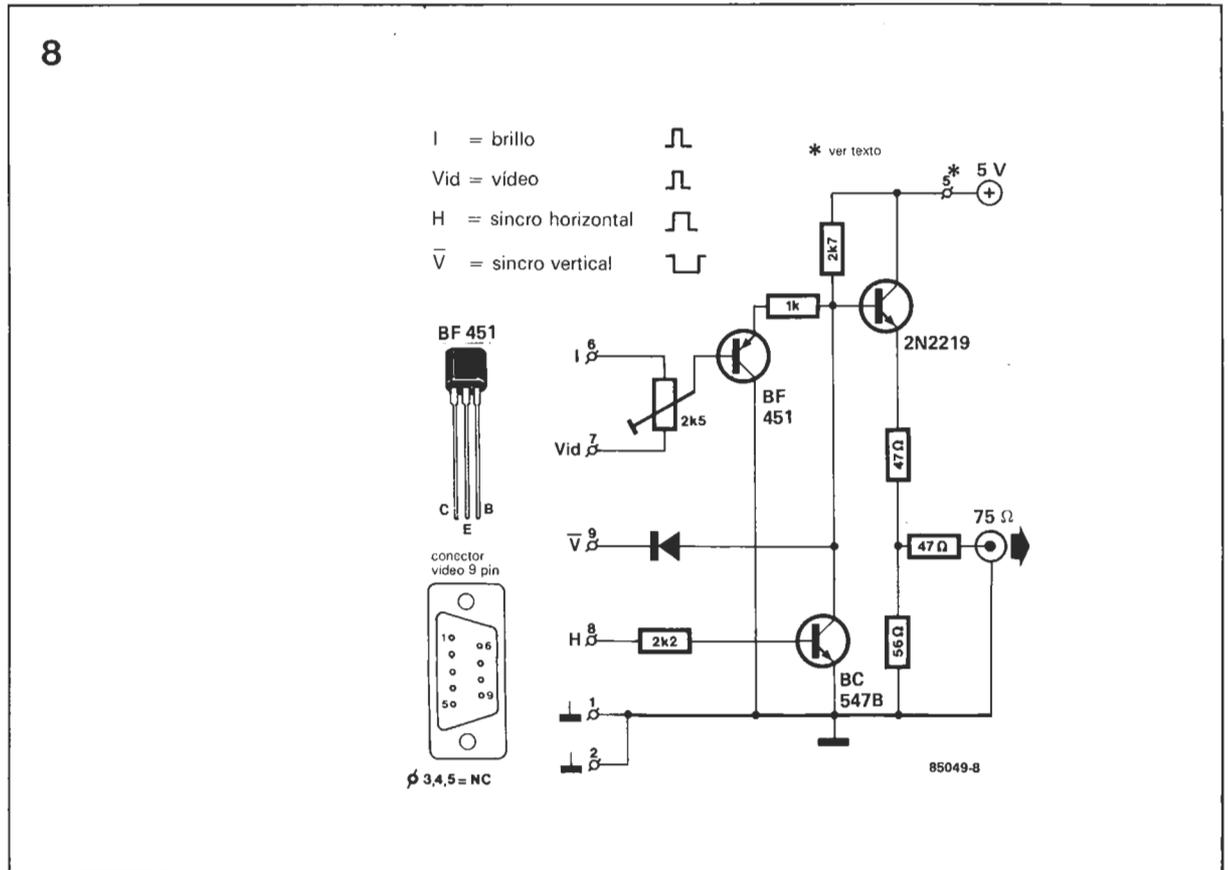


Figura 9. Distribución del conector para lector de discos flexibles.

hemos comprobado ampliamente, MEGABOARD, se distingue perfectamente por llevar las siglas DTC bien visibles. Desde luego hay otras tarjetas similares en el mercado, si bien la información que viene en ellas no es tan extensa, y la calidad del circuito puede no ser tan irreprobable como esta.

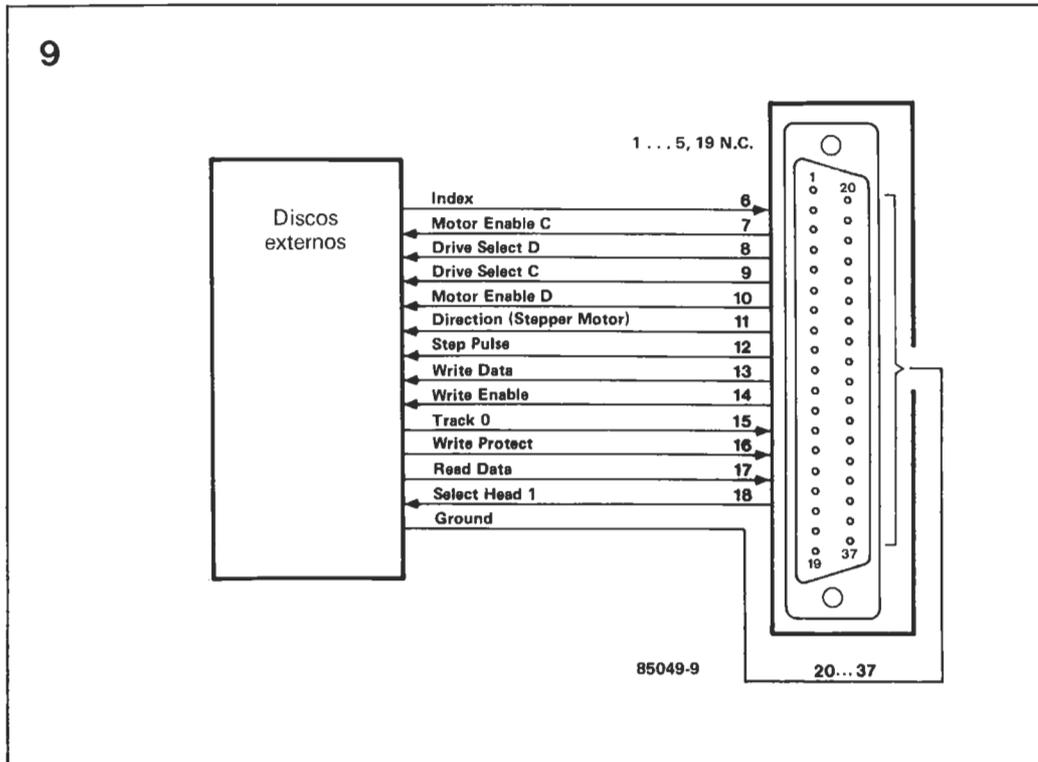
La "Super XT/PC board" presenta una buena apariencia, y su precio y tamaño son menores. A pesar de su tamaño más pequeño dispone de sitio para ocho EPROM, en lugar de las cinco de la MEGABOARD, y solo necesita un integrado para seleccionar las EPROM. La fotografía 10 muestra claramente la diferencia entre

ambas. Sin embargo la documentación que acompaña a esta tarjeta no es tan detallada como la de la MEGABOARD. Con esta última es muy sencillo escoger entre DRAM (RAM Dinámicas) de 64 K (256 K en la propia placa) o de 256 K (1Mbyte). Por similitud la "Super XT/PC" debería disponer de esta posibilidad, aunque en la documentación no se menciona para nada este punto. Las personas que no tengan la documentación del PC o de la MEGABOARD encontrarán bastantes dificultades.

Los conectores de expansión son idénticos en ambos casos, y como todas las tarjetas de expansión que hemos probado han funcionado correctamente parece que no hay problemas en este aspecto. Mencionemos que hemos comprobado igualmente el circuito de control de disco duro de Western Digital; una vez más el test ha sido superado con éxito.

A pesar de la enorme variedad de tarjetas, la mayoría pertenece a uno de los siguientes tipos:

- visualización blanco y negro; con, o sin, prosibilidades gráficas e interface de impresora,
- visualización en color con modo gráfico e interface impresora,
- interface para control de disquetes; controlan de dos a cuatro lectores,



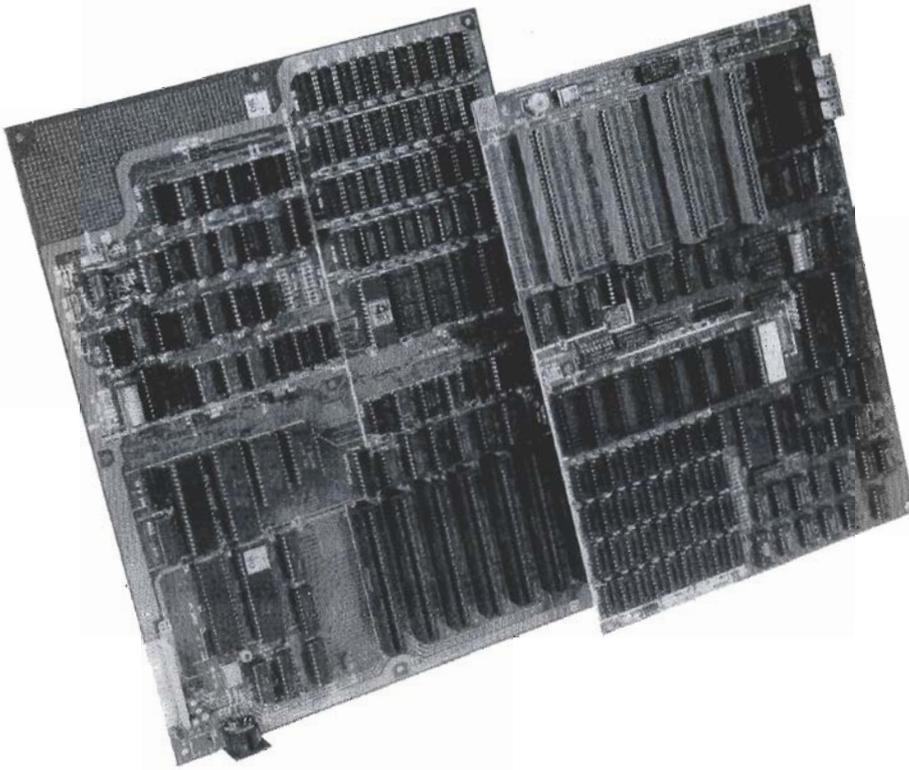


Figura 10. La fotografía muestra claramente la diferencia entre la MEGABOARD, a la izquierda, y la Super XT/PC. Las características son similares.

- control de disco duro (Winchester) 5, 10, 20 Mbytes,
- tarjeta multifunción: extensión de memoria, reloj de tiempo real, calendario, interface serie, etc.
- comunicaciones: redes locales, modem, etc.

Esta lista está lejos de contener todos los posibles tipos de expansiones que pueden conectarse a un PC; analizadores lógicos, convertidores A/D y D/A, programadores de EPROM, son algunas de las utilidades con que reforzar la potencia del sistema. Una pequeña selección de ellas se muestra en la figura 11.

Periféricos

Para hacer funcionar un sistema mínimo se necesita, además del ordenador, un monitor de vídeo, un teclado, y un lector de discos.

Dado que ya hemos mencionado el tema monitor, y los lectores de discos, pasemos a los teclados. Nosotros realizamos pruebas con tres modelos, que pueden verse en la figura 12: STAFF-K4, bastante parecido al original IBM y muy económico, el PREH-PC-1 tiene una buena presencia, aunque es inferior al RAFI... que cuesta una pequeña fortuna. La elección final queda en sus ma-

nos (y su bolsillo). Solo nos queda aconsejar que utilice un teclado de calidad que tenga un tacto agradable; el teclado es uno de los medios de comunicación con su ordenador. Procure hacer una elección de la que no arrepentirse en mucho tiempo.

Otro periférico importante, si no dispone ya de él, es una buena impresora. Asegúrese que es IBM compatible (¿le suena?) este punto es importante ya que el IBM PC, y compatibles desde luego, ofrece varias posibilidades de gráficos y caracteres especiales que deben

ser enviados a la impresora mediante controles.

Para listados, alfanuméricos, cualquier impresora normal dará buenos resultados. Hay modelos modificados que tienen caracteres especiales y los controles de gráficos en ROM o EPROM. La distribución del conector Centronics se muestra en la figura 13.

Resumen

Como mencionábamos al principio, si el montaje se realiza de

Figura 11. Una selección de tarjetas de expansión para IBM PC, y compatibles.

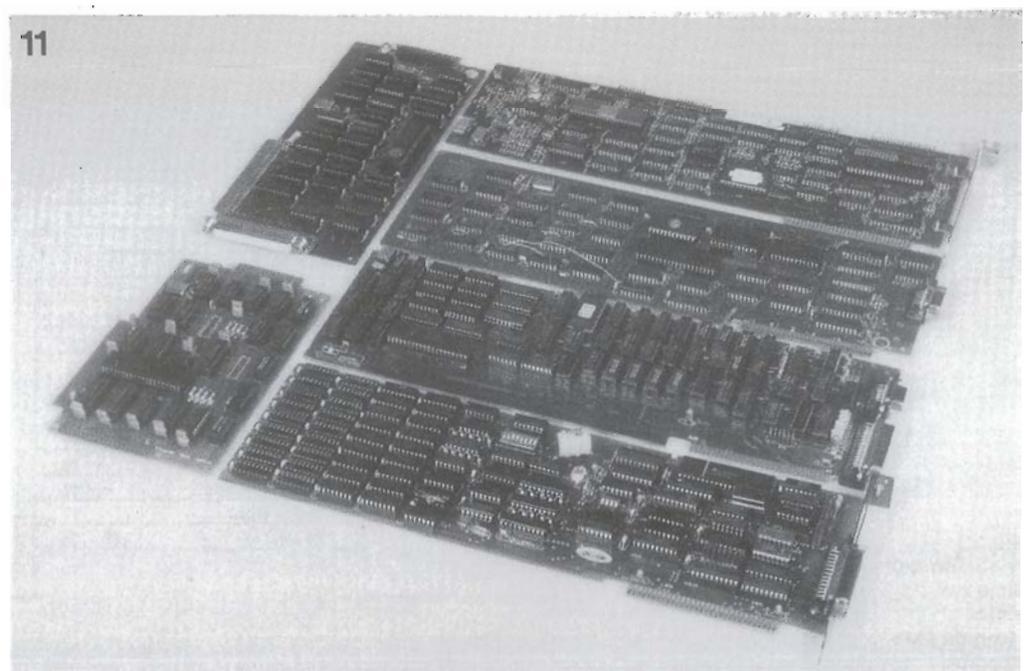


Figura 12. Los tres teclados que comprobamos junto a nuestro prototipo.

12



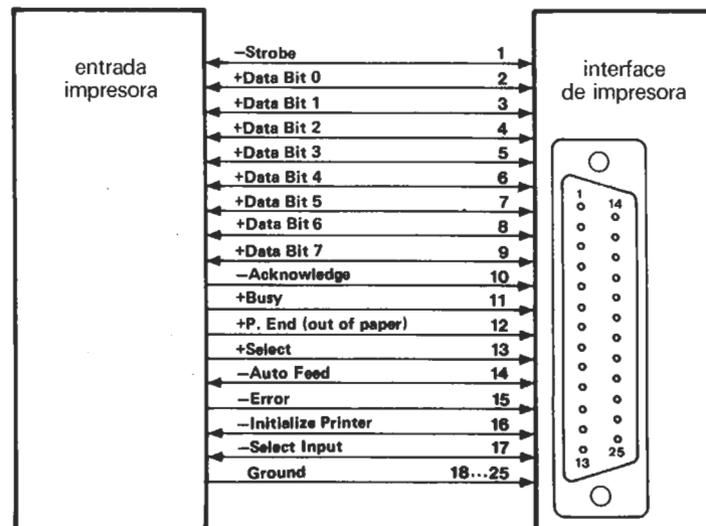
forma cuidadosa, y se tiene experiencia, debe funcionar perfectamente. En el plano económico si se dispone de parte del material será sin duda más barato que los similares que existen en el comercio. Si debe partir desde cero

la economía puede no ser tal, y el gasto final se aproximará al de un equipo completo. Sin embargo cuando se construye uno mismo el ordenador se aprende mucho más sobre su funcionamiento; esta experiencia puede ayudar no

sólo en caso de avería sino a la hora de efectuar modificaciones o expansiones. Sin olvidar el sentimiento de satisfacción de poder decir: "lo que IBM hizo, yo también lo sé hacer".

■

13



85049-13

Figura 13. Distribución del patillaje del conector Centronics para impresora.

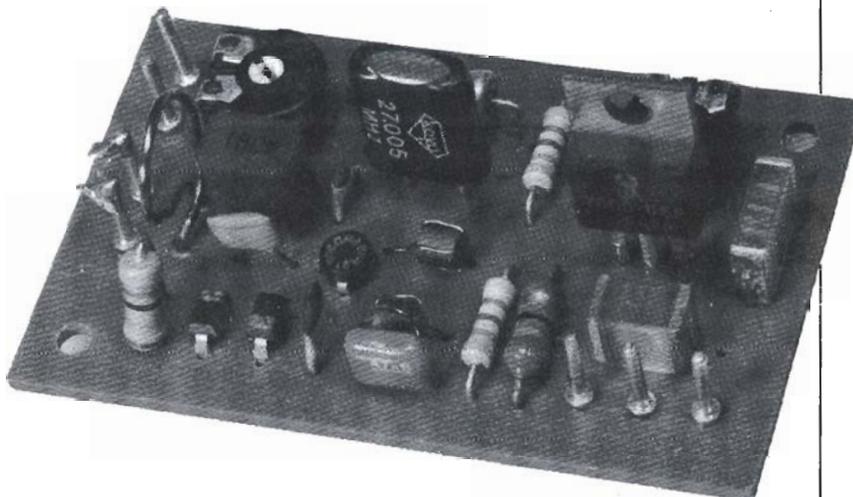
A pesar de sus pequeñas dimensiones, un modulador de TV no es, en realidad, otra cosa que un mini-emisor de TV. ¿Cuál es el principio de funcionamiento de un dispositivo de esta naturaleza? Por lo general, y este modulador no constituye una excepción a la regla, es un simple oscilador que genera una portadora, cuya frecuencia se sitúa dentro de la gama de VHF o de UHF. La señal producida por el oscilador se modula por la videoseñal y la portadora así modulada se transmite a la entrada de antena de un aparato de TV a través de un cable blindado. Todo lo que queda por hacer es sintonizar el aparato de TV a la frecuencia correcta.

Diagrama de bloques

Es evidente que este montaje no es tan sencillo como puede deducirse de lo anterior y, por supuesto, nuestro mini-emisor debe cumplir con ciertos requisitos. Por ejemplo, la estabilidad de la frecuencia debe ser muy buena ya que de ello depende la calidad de la presentación visual. La estabilidad exigida se consigue mediante el empleo de un oscilador de cristal. Una selección implacable de los valores dados a los componentes permite obtener una calidad de imagen correcta; el modulador proporciona la posibilidad de visualizar 80 caracteres por línea ¿se puede pedir más? Otro punto digno de interés es la frecuencia de la portadora; es decir, la frecuencia a la que tiene lugar la transmisión. Si sólo se dispone de un canal, pronto planteará algunos problemas prácticos. Cada "usuario" querrá disponer de su propio canal para trabajar y la onda portadora puede hacerse algo difícil de localizar y, a no ser que la frecuencia esté exactamente definida, no se recibirá ninguna señal. Es preferible conseguir que la señal de alta frecuencia obtenida contenga un número importante de frecuencias diferentes. Ello simplifica mucho la sintonización del aparato de TV y cada usuario encontrará su "frecuencia a la medida".

El diagrama de bloques de la figura 1 ilustra la solución adoptada. Puede ver que el montaje está constituido por dos partes: un oscilador de cristal modulable y un generador de armónicos. El oscilador trabaja a una frecuencia de 27 MHz, que es relativamente

Los ordenadores, los videojuegos, las videocámaras y los sistemas de juegos informáticos generan señales de vídeo que han de visualizarse en un aparato de televisión. Si este último no tiene una entrada de vídeo, el modulador que presentamos es la solución evidente. Se trata de un circuito sencillo que procesa señales de vídeo para permitirles su aplicación directa en la entrada de antena del aparato de TV.



MODULADOR VHF/UHF

baja; los cristales necesarios son baratos y fáciles de encontrar en los establecimientos especializados. El generador de armónicos convierte al señal del oscilador en una especie de espectro de frecuencias constituido por todos los múltiplos de 27 MHz hasta una frecuencia de unos 1800 MHz. La señal de salida del modulador de

TV está formada por un gran número de pequeños picos, cada uno de los cuales es una "mini-señal" de emisión completa. Al menos una de ellas se situará siempre en la banda I (canales 2...4 de VHF), otra en la banda II (canales 5...12 de VHF) y un gran número en las bandas IV y V (canales 21...69 de UHF).

para cualquier aparato de TV no provisto de una entrada de vídeo.

Figura 1. Un modulador de TV es realmente un mini-emisor de TV. En este caso, el emisor está constituido por un oscilador modulable (en amplitud) seguido por un generador de armónicos.

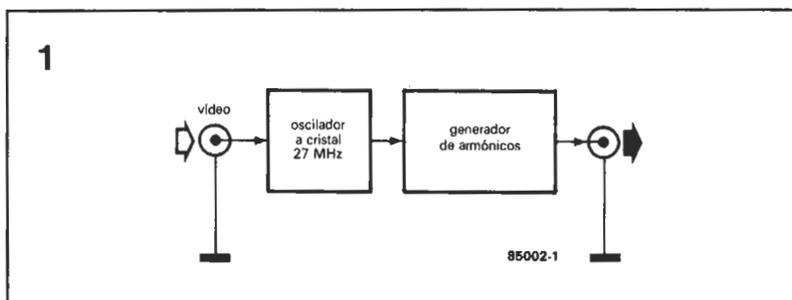


Figura 2. En este esquema vemos que el oscilador de 27 MHz está basado en el transistor T1 y los armónicos son generados por los diodos Schottky D1 y D2.

Lista de componentes

Resistencias:

R1, R2 = 4k7
R3, R4 = 56 Ω
P1 = 100 Ω ajustable
P2 = 500 Ω ajustable

Condensadores:

C1 = 4μ7/16 V
C2 = 10 p
C3 = 220 p
C4 = 47 p
C5 = 47 n, cerámico
C6 = 100 n^{*}
C7 = 330 n^{*}

Inductancias:

L1, L2 = 3 1/2 vueltas de 0,2 mm (SWG 35 ó 36) CuL en una perla de ferrita de unos 3,5 x 3,5 mm
L3 = 1 μH
L4 = 1 vuelta de 0,8...1 mm (SWG 19...21) CuL, al aire con un diámetro de 8 mm

Semiconductores:

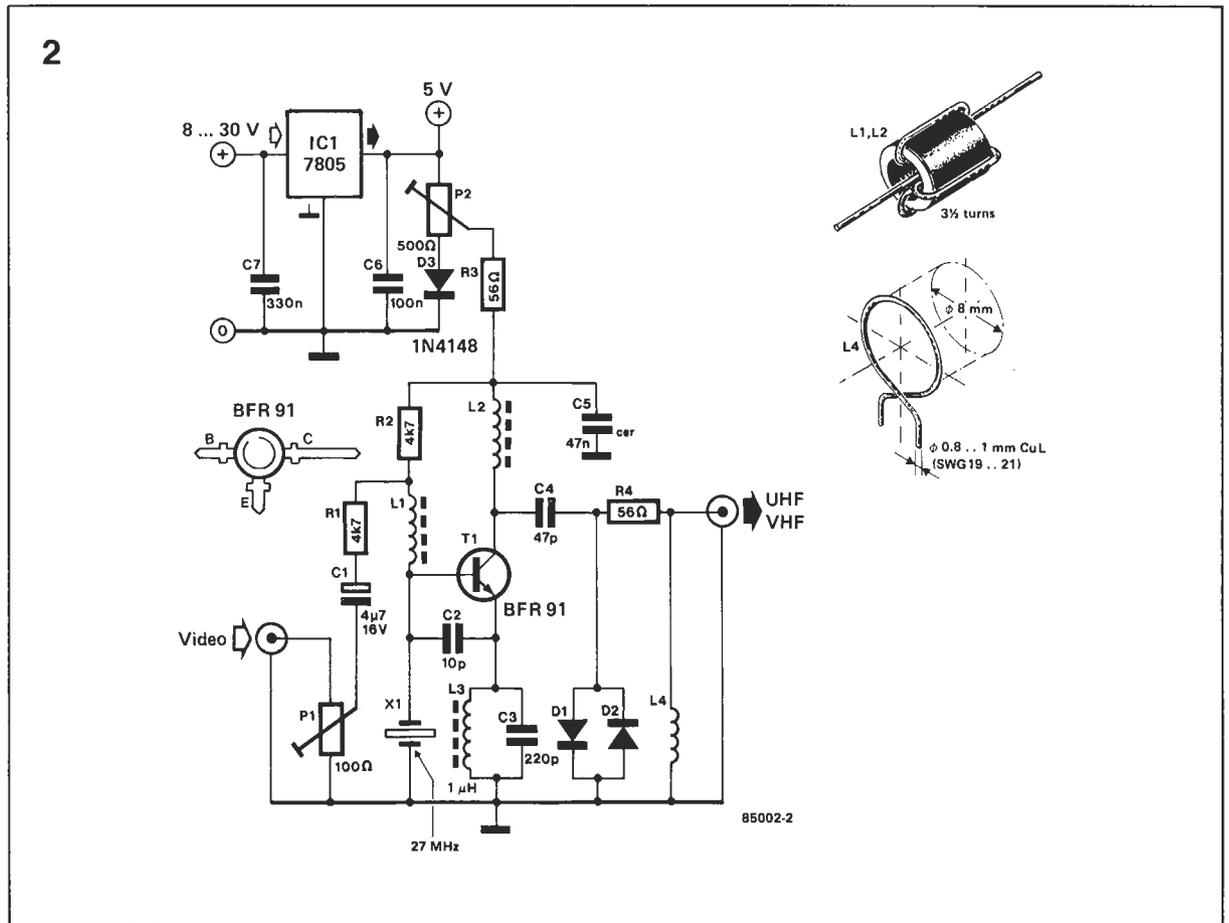
D1, D2 = 1N6263
D3 = 1N4148
T1 = BFR91
IC1 = 7805^{*}

Varios:

X1 = cristal, 27 MHz (3.º armónico) u otro cristal de 25 a 30 MHz, 3.º armónico

No son necesarios y se alimenta el circuito desde una fuente estabilizada de 5 voltios

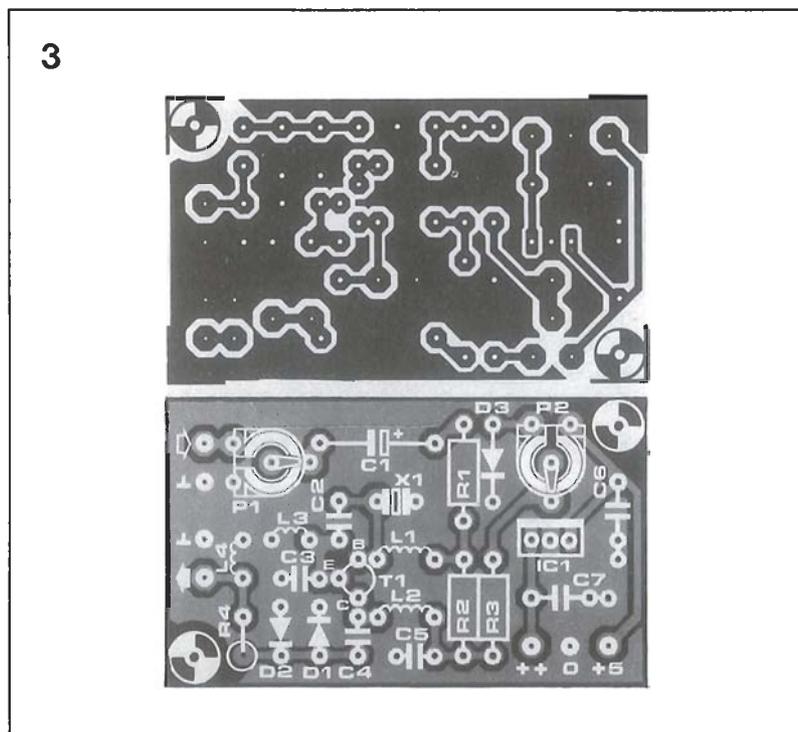
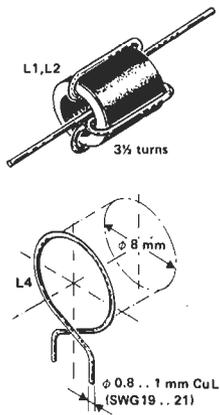
Figura 3. La placa de circuito impreso necesaria para este montaje es de una sola cara y la gran superficie de cobre actúa como plano de masa.



El esquema del circuito

Como el diagrama de bloques, el circuito (mostrado en la figura 2) es muy sencillo. El oscilador de cristal está basado en un transistor de HF ultrarrápido, el BFR91(T1), que realiza la modu-

lación en amplitud. Aparte de ello, poco hay que decir acerca del oscilador salvo quizá que es fundamental respetar al "pie de la letra" los valores de los componentes asociados con T1 para obtener un funcionamiento correcto del montaje. Esta recomendación, típica de la casi totalidad



de los montajes de AF, es simplemente una cuestión de sentido común en esta clase de circuitos.

El generador de armónicos está constituido por dos diodos Schottky, D1 y D2. Como deben tener una velocidad de conmutación elevada, a la cadencia de la señal de 27 MHz, generan fuertes armónicos que llegan a hacerse tan "gigantescos" como para alcanzar los gigahertzios.

P1 permite "jugar" con la profundidad de la modulación, mientras que el valor de la corriente continua del oscilador puede ajustarse por medio de P2. La combinación de estos dos ajustables permite seleccionar una modulación en amplitud, tanto negativa como positiva, lo que es una posibilidad indispensable habida cuenta que los armónicos producidos tienen dicha alternancia. Trataremos de la calibración de P1 y de P2 más adelante en este mismo artículo.

El circuito admite dos posibilidades de alimentación: se le podrá aplicar una tensión no estabilizada comprendida entre 8 y 20 voltios o bien, una tensión estabilizada (tomada de la fuente de alimentación de un ordenador, por ejemplo) de 5 voltios. En este último caso, puede prescindirse de IC1.

Montaje

La minúscula placa de circuito impreso, diseñada para este circuito, se muestra en la figura 3. Como nuestra experimentación ha demostrado que era posible conseguir un funcionamiento correcto del montaje sin recurrir a una placa de doble cara, descartamos su utilización, con la consiguiente economía para los constructores "económicamente débiles".

La instalación de los componentes tampoco debe plantear problemas, lo que se extiende a las bobinas que constituyen uno de los grandes escollos para casi todos nuestros lectores "dedicados a la construcción". Dos de ellas, L1 y L2, están constituidas por 3 espiras y media de hilo de cobre esmaltado (0,2 mm de sección) devanadas en una perla de ferrita de 3,5 mm. Otra bobina, L4, sólo tiene una espira de hilo de cobre (de 0,8 a 1 mm de sección) y un diámetro interior de 8 mm. La cuarta bobina, L3, puede adquirirse fácilmente en el comercio.

El cristal utilizado puede suministrar cualquier frecuencia com-

prendida entre 25 y 30 MHz, a condición de que se trate de un cristal de tercer armónico. Por supuesto, resulta ideal un cristal de cuarzo de 27 MHz, ya que su bajo precio le hace muy accesible.

Los únicos componentes que pudieran ser difíciles de encontrar en el comercio son los diodos D1 y D2. Los indicados en la lista de componentes son los más asequibles en el momento de nuestro diseño, pero con tal de que se trate de diodos Schottky de UHF no importa su "denominación numérica".

Calibración

La calibración del modulador de TV exige un "cierto tacto". No existe, para esta clase de montaje, una receta de validez general como la de: "ponga los potenciómetros en una posición media y asunto concluido". En este caso, sin embargo, la calibración depende, en gran medida, del armónico en el que se quiere sintonizar el modulador.

El procedimiento de calibración debe realizarse con los pasos siguientes:

- Ajuste el aparato de TV con el brillo y contraste al máximo.

- Aplique una señal de video al modulador (una grabación de video de una carta de ajuste de imagen, por ejemplo) y conecte la salida del modulador a la entrada de antena del aparato de TV.

Ponga P2 en una posición media y ajuste P1 a cero (gire completamente a izquierda).

- Sintonice el aparato de TV en un armónico, preferiblemente situado en una de las bandas de VHF (canales 2...12). La sintonía será correcta cuando desaparezca la "nieve" en la pantalla o cuando se oscurezca esta última.

- Gire P2 muy suavemente hasta que "algo" se haga visible.

- Ajuste P2 hasta obtener la mejor calidad posible de la imagen. Si el resultado no es muy satisfactorio, el cursor de P1 puede desplazarse un poco más y vuelva a ajustar lentamente P2 para conseguir una mejora de la imagen.

- Si este procedimiento no le ha permitido obtener una imagen adecuada, será preciso sintonizar su televisor en el armónico siguiente. Esto último debe proporcionarle una buena imagen. 

PEDIDOS A:
MAILING ELECTRONICA

Carretera Granada, 21
ALCAUDETE (Jaén)
Teléfono (953) 56 02 47



¡¡DISPONIBLE YA!!

EL NUEVO CATALOGO 1985-1986 DE MAILING ELECTRONICA

LA MAYORIA DE UDES. YA LO CONOCE: EL MAYOR DE ESPAÑA, MAS DE 140 PAGINAS TAMAÑO FOLIO CON MILES DE COMPONENTES ELECTRONICOS Y KITS EN EXCLUSIVA. INCLUYENDO PRECIOS QUE SE ACTUALIZAN SEMESTRALMENTE.

PRECIO CATALOGO	ENVIADO JUNTO A PEDIDO DE MATERIAL	225 pts.
	ENVIO CORREO CERTIFICADO (GIRO O SELLOS)	300 pts.
	ENVIO CONTRA REEMBOLSO	385 pts.

MOS-FET PROFESIONAL 400 W. R.M.S. 8Ω
NUMERO UNO EN VENTAS DURANTE EL AÑO 1984.

KIT MODULO 400 W:
3 PLACAS CON 2SK135 Y 2SJ50.
RESISTENCIAS PELICULA METALICA 1%-DETECCION DE CONTINUA Y SOBRECARGA. DESCONECTAN ALTAVOCES MEDIANTE RELE 10 AMP.
RELACION SEÑAL RUIDO 120 DB. PRECIO KIT MODULO 17.890.

FUENTE PARA MOS-FET 400 W:
UN TRANSFORMADOR TOROIDAL 40-0-40 12,5 AMP.
UN PUENTE RECTIFICADOR 25 AMP. 400 V.
DOS CONDENSADORES 10.000 μF. 63 V DE 8 AMP. DE EFICIENCIA.
UN RADIADOR PARA PUENTE. PRECIO FUENTE 20.210

DISPONEMOS DE TIRAS DE RADIADOR CORTADAS A PETICION Y MUEBLES. (RAK) CON VENTILADORES PARA VENTILACION FORZADA

KIT MODULO DE 75 A 200 W MOS-FET CON 2SK135 Y 2SJ50 DEPENDIENDO DE LA TENSION DE ALIMENTACION 6.595

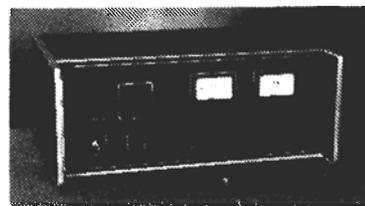
TRANSISTORES SUELTOS 2SK135 Y 2SJ50 UNIDAD 2.600

MONTATELO BIEN CON MAILING

EMISORA LIBRE MONTADA

88-108 MHz

FM STEREO - 45 W.



EMISOR MONO DE 4 W. 19.000 pts.
LINEALES DE 250 W.
ANTENAS DE EMISION
RADIO-ENLACES EN VHF,
TX Y RX.

ELECTRÓNICA VICHE, S.L.

Envíos a toda España
Llano de Zaidia, 3 - Tel. (96) 347 05 12/13
(Junto Gasolinera Torreta)
46009 VALENCIA



La claridad de cualquier cadena de alta fidelidad depende de los diferentes eslabones que la componen y el último de los mismos es siempre el altavoz. Pocos son los aficionados electrónicos que no hayan construido un amplificador o un previo. Aquellos que desean un adecuado complemento a su cadena HI-FI, como la XL de Elektor, encontrarán en el baffle PL 301 un montaje de la mejor categoría posible. Este recinto acústico es un diseño de la prestigiosa firma inglesa KEF, bien conocida por los amantes de la música. Desde luego la eXceLente calidad del mismo no tiene un bajo precio, pero las prestaciones ofrecidas mantienen una buena relación calidad/precio.

PL 301

Desde luego nadie podrá reprocharnos desinterés o abandono de los temas de audio; la cadena XL y los respectivos complementos son una buena prueba de ello. Pero faltaba el paso final que abordamos en el presente artículo. El diseño de un baffle completo no es "cualquier cosa", ya que intervienen toda una serie de pequeños detalles que contribuyen de forma importante a sus características finales. El tipo de altavoces utilizado, la forma del recinto, la distribución interna, la impedancia y respuesta de los filtros, forman un conjunto cuyas características deben estar relacionadas entre sí.

El PL 301 es un recinto acústico que sorprende por su estética futurística. La firma KEF tiene una larga experiencia en este campo; sus altavoces nunca poseen sólo una propiedad sobresaliente, como es habitual en otros fabricantes: el diseño completo es bueno. Esto es, naturalmente, cierto en el caso del PL 301; la curva de respuesta está caracterizada por una respuesta plana, sin picos, en toda la banda de 20 a 20.000 Hz. Las principales características se dan en la tabla 1.

Resumiendo podemos decir que el PL 301 es un recinto acústico de tres vías en caja hermética. La separación entre graves, medios y agudos se realiza con un filtro Butterworth de 18 dB por octava. La caja está dividida en dos volúmenes independientes: el prime-

ro destinado al altavoz de graves (woofer), y el segundo para el altavoz de medios y agudos (tweeter). Esta disposición es muy similar a la empleada por KEF en su modelo RR 105, el más prestigioso de esta firma; dado que los altavoces utilizados son los mismos en ambos modelos se podría pensar que se trata de un RR 105 perfeccionado, de no ser porque el PL 301 tiene una serie de características originales que le dan un lugar separado dentro de la familia KEF. Estos detalles conciernen a la posición interna de los altavoces, la forma de la caja y la ausencia de resonancia del conjunto de la caja, dando como resultado global una restitución sonora neutra, y con una gama de graves potente y profunda.

La obtención de todas estas características exige un trabajo mecánico bastante meticuloso. En este punto el aficionado tiene una indiscutible ventaja sobre el fabricante; puede consagrar unas cuantas horas extras al acabado de su obra, mientras el fabricante no puede permitirse este lujo, so pena de encarecer terriblemente el producto.

Los altavoces

KEF ha escogido la mejor combinación de altavoces disponibles en tres vías de su gama: el tweeter (agudos) T52B, el B110B para me-



dios, y el B300B para los graves. En la figura 1 pueden verse los tres.

El woofer es uno de los más recientes desarrollos de KEF. En los anteriores modelos se encontraba habitualmente el tipo B200 (20 cm de diámetro), o el B139 (oval). El B300B (SP1071) es una robusta unidad de 30 cm de diámetro, con una frecuencia de resonancia de 32 Hz, caracterizado por una potencia nominal de 150 vatios eficaces (200 vatios musicales) máximos.

El tweeter T52B es más conocido por haber sido empleado en otras muchas cajas anteriores; tiene un cono relativamente grande (52 mm de diámetro), aunque la bobina es más reducida (39 mm). Posee una frecuencia de resonancia más bien baja para ser un tweeter de 650 Hz.

El altavoz de medios (B110B) es el más antiguo de los que componen nuestro trío. Está en producción desde hace varios años sin haber sufrido modificación alguna, lo que nos da una buena idea de su calidad; los productos más recientes no han conseguido desplazar a este tweeter, que tiene una impresionante respuesta a impulsos fuertes.

El filtro

Si bien KEF usaba filtros con una pendiente de 12 dB por octava, actualmente todos sus nuevos modelos incorporan filtros de 18

dB/octava. La potencia de cálculo de los ordenadores modernos ha permitido realizar la óptima conjunción entre los filtros y los altavoces empleados; al mismo tiempo el análisis computerizado soluciona los factores de corrección de impedancia y frecuencia.

El esquema del filtro se muestra en la figura 2, mientras la respuesta en frecuencia de las diferentes salidas a los altavoces se da en la figura 3. Puede apreciarse que las frecuencias de corte se sitúan en 400 Hz y 3000 Hz respectivamente.

Más adelante volveremos sobre el tema al tratar la parte práctica del montaje. De momento es suficiente saber que hay dos posibilidades para el circuito de filtro: una de ellas es utilizar los componentes que proporciona KEF en su kit de filtro (referencia DN28), incluida la placa. La segunda opción es utilizar nuestra placa, figura 6, que está diseñada para los componentes que se pueden encontrar normalmente en el mercado. Se tiene así la posibilidad de comprar el kit completo de filtro, o de realizarlo uno mismo.

Una última precisión sobre los componentes del filtro; según KEF los condensadores electrolíticos bipolares (no polarizados) actuales no son tan malos como habitualmente se piensa. Esta afirmación está basada en su experiencia. Hay que resaltar que en el diseño asistido por ordenador de los filtros se han considerado las propiedades de este tipo de condensadores. Esto implica que

no es aconsejable sustituirlos por condensadores de papel. Esta sustitución no debería presentar problemas en lo que concierne a los medios y graves, pues a estas frecuencias las diferencias son casi nulas.

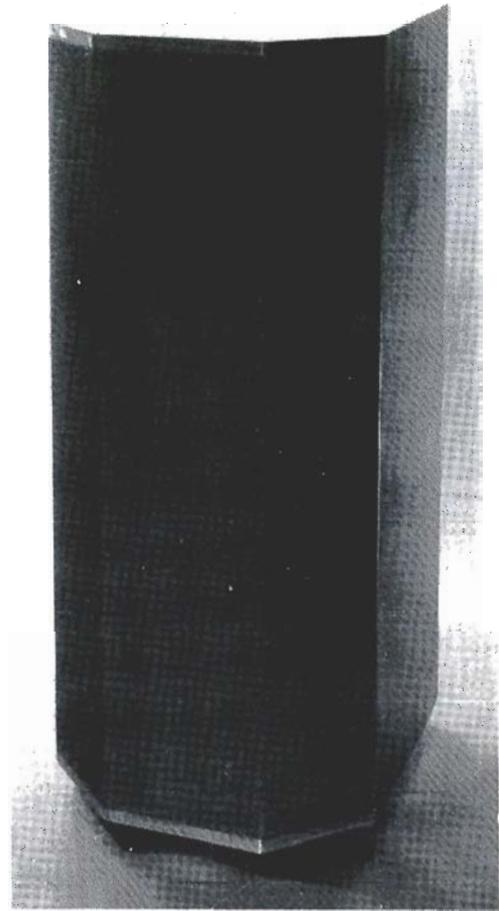
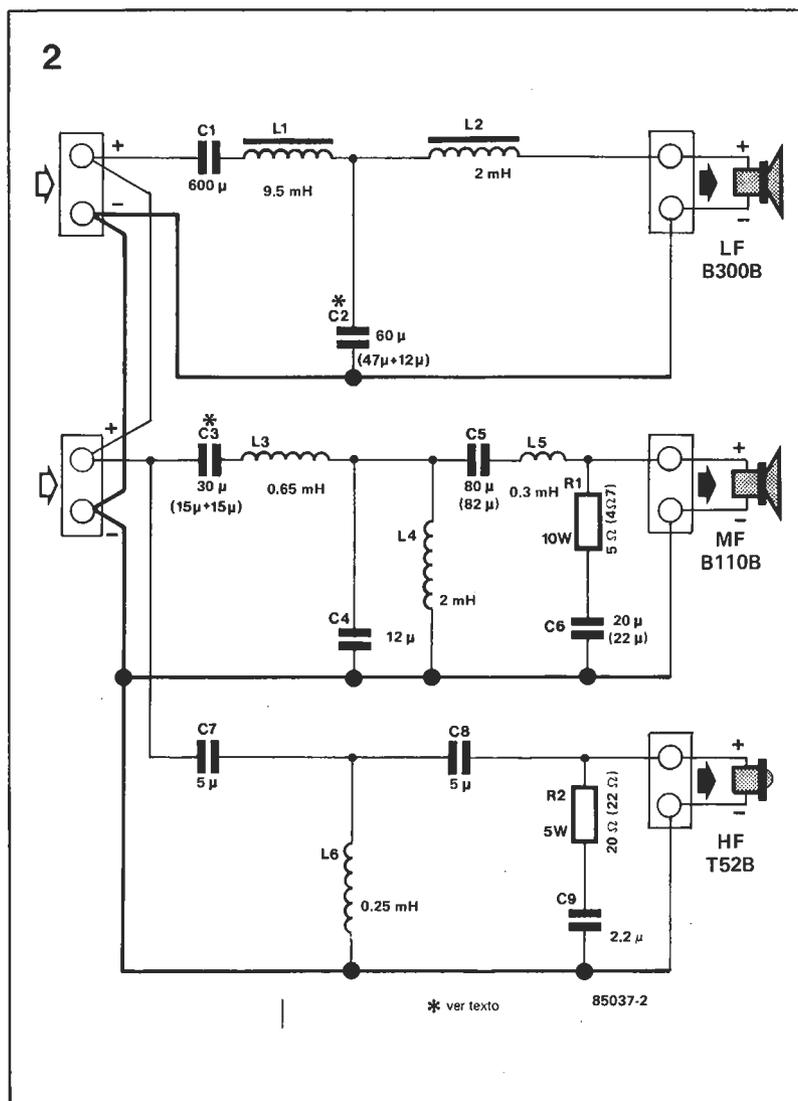


Tabla 1	
Características técnicas	
Rango de frecuencias	35 Hz ... 20 KHz 3 dB (ver figura 8)
Presión sonora máxima	109 dB
Sensibilidad	86 dB (1 W a 1 metro)
Potencia mínima	15 vatios
Potencia máxima	200 vatios
Impedancia nominal	8 ohmios (ver figura 9)
Filtro	3 vías; 18 dB por octava; frecuencias de corte 400 Hz y 3.000 Hz
Altavoces	graves: KEF B300B (SP 1071) medios: KEF B110B (SP 1057) agudos: KEF T52B (SP 1072)
Caja	recinto cerrado (3er orden)
Volumen:	caja de graves 80 litros (0.08 m ³) medios-agudos 3 litros (0.003 m ³)
Dimensiones	105×46,5×43 cm (alto, ancho, profundidad).



Figura 1. Fotografía de los tres altavoces.

Figura 2. Esquema del divisor de frecuencias. Se trata de un filtro tipo Butterworth con una pendiente de 18dB por octava.



Las cosas son bastante diferentes en la gama de altas frecuencias; un condensador de papel es sin duda mejor que los electrolíticos. Por este motivo recomendamos que C7 y C8 sean de poliéster, policarbonato, o, mejor aún, de polipropileno. Gracias a las bajas pérdidas que les caracterizan, el rendimiento del tweeter aumenta alrededor de 1,5 dB; la curva de impedancia presenta una ligera tendencia a disminuir en los agudos. Si se desea evitar este último efecto, habrá que conectar una resistencia de 0,5 ohmios/5 W en serie con cada uno de los condensadores C7 y C8.

La caja

La caja está dividida en dos secciones independientes: una para el altavoz de graves, y la otra para los altavoces de medios y agudos, tal como se ve en la figura 7. Como ya mencionábamos al comienzo del artículo, la robustez, la disposición de los tres altavoces y la forma de la caja son algunas de las particularidades del PL 301.

La rigidez es la característica del cajón de graves. Se ha hecho todo lo posible para eliminar las posibles resonancias de las paredes, razón por la que se escogió una madera compacta (contracha-

3

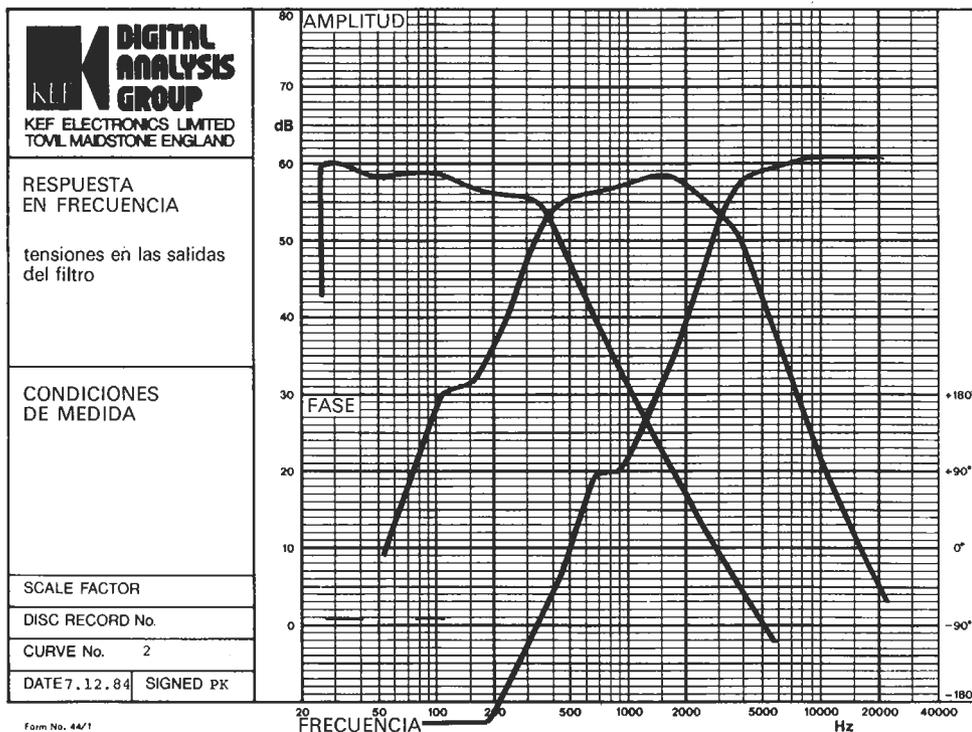


Figura 3. Respuesta en frecuencia de las tres salidas del filtro. Las frecuencias de corte son 400 y 3.000 Hz.

pado de unos 20 mm) reforzada a base de paneles y cuñas, y por último, pero no menos importante, tableros dobles en las paredes laterales con el espacio intermedio relleno de arena! Es difícil hacerlo mejor.

Hay otros detalles dignos de mención, y cuyo objeto es lograr la radiación óptima del sonido (el concepto primordial en el diseño del altavoz). La elección del posicionamiento del altavoz de medios más alto que el de agudos es deliberada; el dibujo de la figura 4 explica la razón. Cuando ambos altavoces se montan en el mismo plano, y se traza la línea que une el centro del cono del tweeter y el punto de focalización del altavoz de medios, pueden darse dos casos: con la disposición clásica (4b) el eje de propagación está por debajo de la horizontal, mientras en la disposición adoptada en el PL 301 (4a) el eje está dirigido por encima de la misma. Esta proyección hacia arriba es preferible, a no ser que se sitúe el altavoz cerca del techo, ya que el sonido se dirige mejor hacia el oyente; por otra parte si el altavoz se sitúa cerca del suelo, y se escoge la disposición clásica con focalización hacia abajo, la absorción del sonido por alfombras, moquetas o el propio suelo es más importante. Para mencionarlo todo hay que indicar que, en la práctica, hay siempre una desviación del eje de proyección, debido principalmente al desfase introducido por el filtro.

Otra característica notable del PL 301 es la disposición avanzada, unos 45 mm, de la caja que contiene los altavoces de medios y agudos respecto al altavoz de graves. Normalmente aquellos se sitúan retrasados respecto al de graves por cuestiones de sincronización de fases; sin embargo en el diseño de los filtros se ha tenido en cuenta, y corregido, el desfase introducido por esta disposición.

El intercambio de los altavoces está íntimamente asociado con la forma del recinto. Todos los ingenieros acústicos están de acuerdo en que la forma de la caja tiene una importancia vital en la reproducción del sonido. La figura 5 relaciona doce formas diferentes de caja con su respuesta en frecuencia asociada; la información se ha extraído del conocido trabajo "Acoustical Engineering" de W H Olson. Entre todas ellas se destaca la esfera, "a", mientras las siguientes posiciones son ocupadas

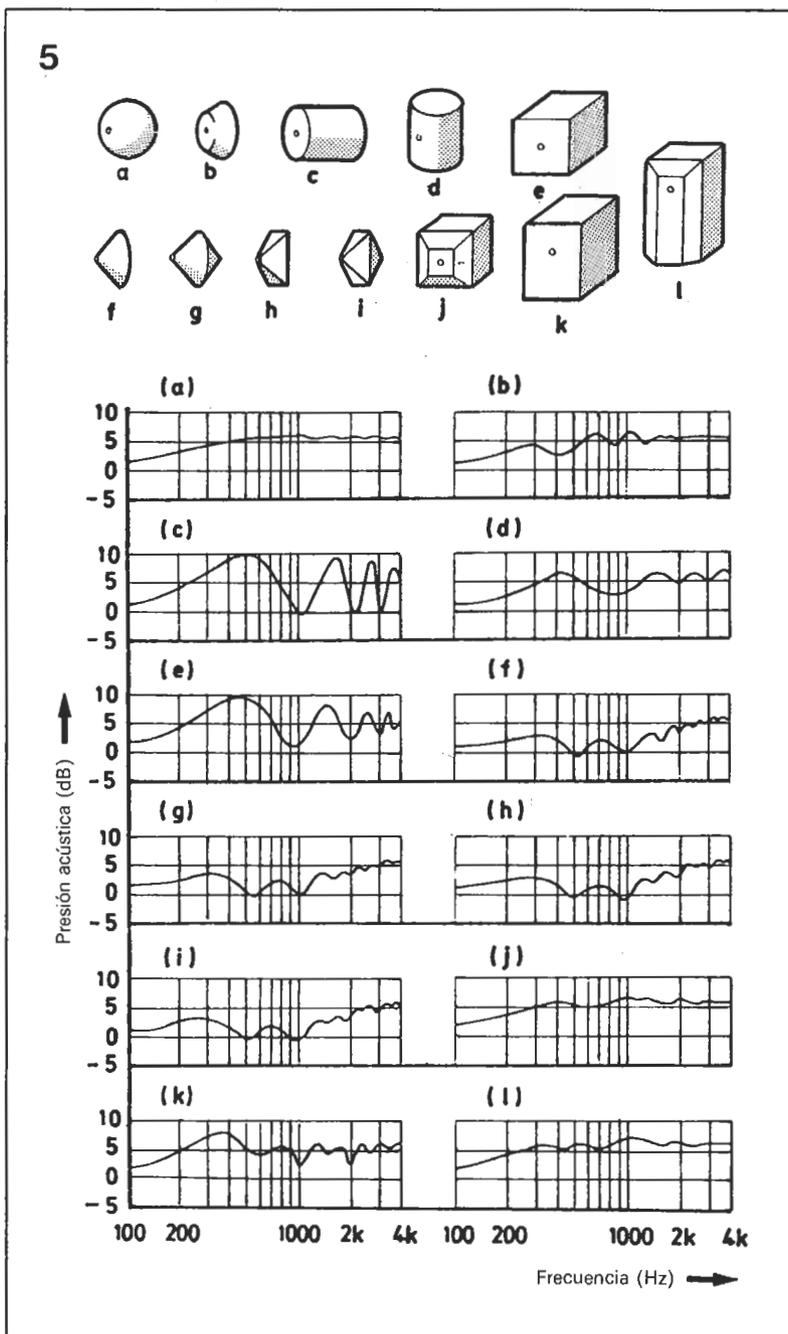
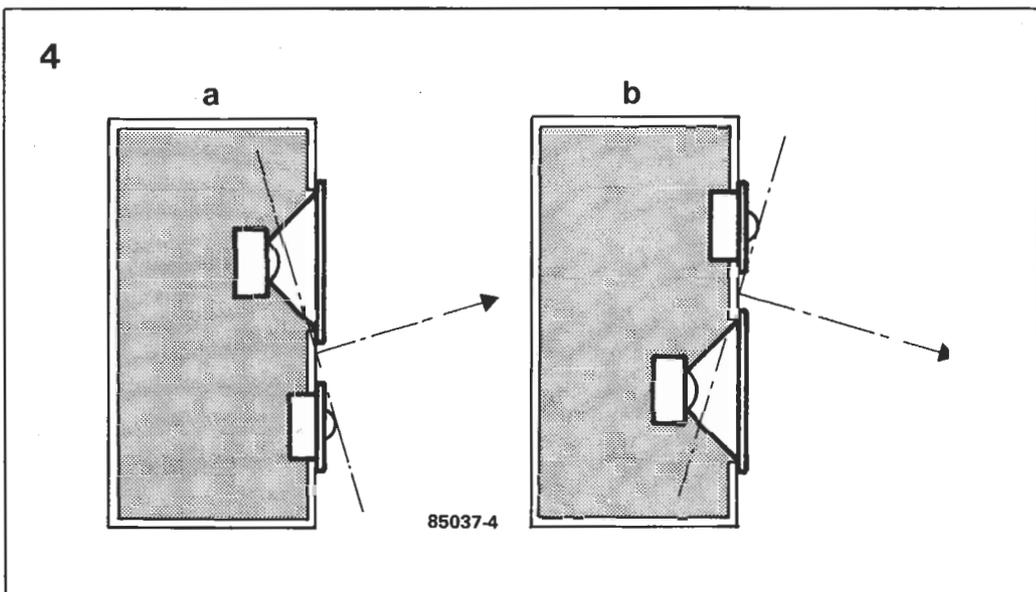
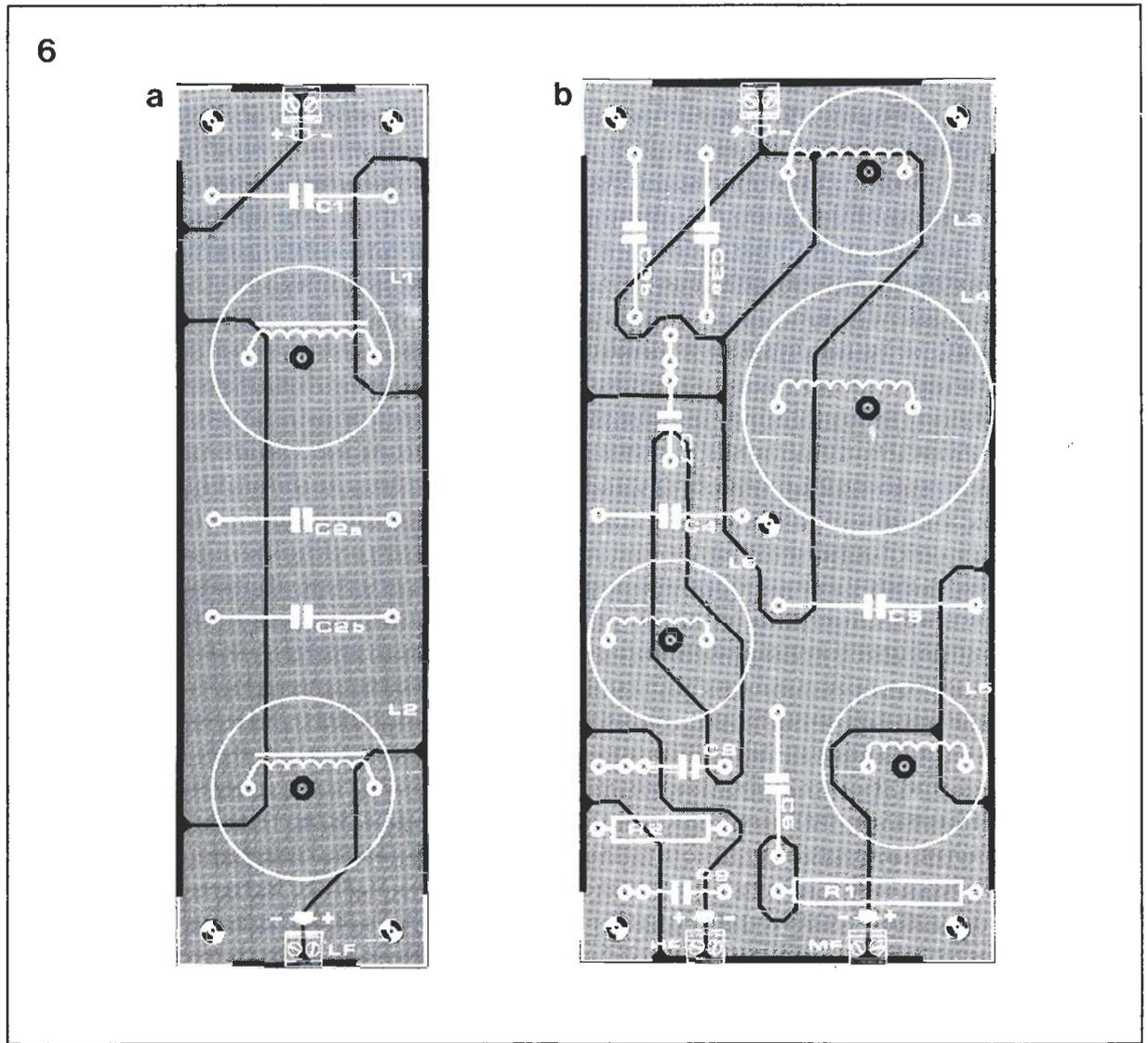


Figura 4. El eje de radiación depende de la situación relativa de los altavoces de medios y de agudos.

Figura 5. Respuesta en frecuencia característica de varios tipos de cajas para altavoces.

Figura 6. Circuitos impresos de nuestra versión del filtro, con placas separadas para la sección de graves (a) y la de agudos y medios (b). Vistos por la cara de componentes y representados a escala mitad.



Lista de materiales:

Altavoces:
 KEF B300B (SP 1071), KEF B110B (SP 1057),
 KEF T52B (SP 1072).

Filtro:
 KEF DN 28 o filtro autoconstruido según las figuras 2 y 6.

Cableado:
 6 tornillos M3×25 mm con tuerca; 12 conexiones tipo Fast-on; 2 bornes hembra tipo banana; unos 2 m de cable de 2×1,5 mm de sección.

Varios:
 material aislante, rollo de fibra de vidrio 3 cm de espesor. Lana cardada.

Madera:
 ver plano de serrado en la figura 10.

Varios:
 cola para madera; 6 espárragos de inserción/fijación para los frontales de los altavoces; cable tensor de acero; 2 tubos de aluminio o acero (10 mm de sección, longitud aproximada de 103 cm); masilla o aislante plástico autoadhesivo.

2 tornillos con tuerca de palomilla, para la fijación de la caja arena, fina y seca.

Opcionalmente 4 ruedas (muy resistentes).

Lista de componentes:
 (ver figura 2 y 6).

Resistencias:
 R1=4.7 (5) Ω/10 vatios.
 R2=22 (20) Ω/5 vatios.

Condensadores:
 (todos electrolíticos bipolares con tensión de trabajo mínima de 50 v.)
 C1=600 μF.
 C2=60 μF (47 μF+12 μF).
 C3=30 μF (2×15 μF).
 C4=12 μF.
 C5=80 or 82 μF.
 C6=20 or 22 μF.
 C7,C8=5 μF (pueden ser tipo poliéster, ver texto).

Bobinas:
 L1=9.5 mH, sobre ferrita (R<1.4 Ω).
 L2=2.0 mH, sobre ferrita (R<0.5 Ω).
 L3=0.65 mH.
 L4=2.0 mh } Bobinadas al aire.
 L5=0.30 mh } hilo de 1 mm de diámetro.
 L6=0.25 mH Bobinada al aire, hilo de 0.5 mm de diámetro.

por cajas cuya forma se parece a la esfera, "j" y "k"; principalmente la forma "j" es sólo ligeramente inferior a la esfera. Resulta sorprendente que las variantes "f" a "i", que se parecen bastante a la esfera, den resultados tan malos, mientras que la conocida variante "k", también llamada de Adam, no esté clasificada en mala posición.

Como puede apreciarse hemos escogido la forma "1" para el altavoz de graves, y, en situación avanzada como ya hemos comentado, la forma "j" debido a su buena respuesta en medios y agudos. Incluso el frontal mantiene esta forma.

Desde un punto de vista práctico la caja es ideal para la reproducción y sólo tiene un inconveniente: hay que ser un hábil carpintero para llevar a cabo la realización, y dedicar unas cuantas horas de trabajo intensivo.

Construcción

Y tras la teoría comenzaremos la práctica con la construcción del filtro. Dado que la caja está dividida, hemos partido el circuito del filtro en dos partes: una para el altavoz de graves, figura 6a, y otra para los altavoces de medios y

agudos, figura 6b. Las entradas de las dos secciones se conectan en paralelo.

Aunque la utilización de circuitos impresos simplifica notablemente la construcción, hay que resaltar un punto importante: los componentes deben respetar, obligatoriamente, los valores indicados. A excepción de las bobinas L1 y L2, que están bobinadas sobre ferrita, las demás, L3, L4 y L5, se bobinan al aire con hilo de cobre estañado de 1 mm de sección; para la bobina L6 es suficiente una sección de 0,5 mm.

Todos los condensadores empleados son electrolíticos bipolares, excepto C9 (y eventualmente C7 y C8 como indicábamos en la sección "el filtro"). Como los valores de $60 \mu\text{F}$ y $30 \mu\text{F}$ pueden ser difíciles de localizar, se ha previsto en la placa la posibilidad de colocar dos en paralelo, C2a/C2b y C3a/C3b. Todo el cableado, entre la entrada y los filtros, así como desde estos a los altavoces, se realizará con hilo de 1,5 mm de sección; la longitud de los cables será lo más reducida posible.

Anteriormente hemos descrito de forma breve la caja del PL 301; como se observa en la figura 7, consta en realidad de tres secciones: las dos cajas internas, ya mencionadas, y la caja exterior. En la figura 7a se observan las dos

internas, la del altavoz de graves sobre el que se superpone el de medios y agudos. Este último dispone de una protuberancia trasera para permitir su fijación sobre el cajón de graves gracias a un par de pernos y tuercas (tipo mariposa). La figura 7b permite hacerse una idea de la apariencia del recinto con los paneles laterales y la parte exterior. El espacio disponible entre los paneles laterales y el cajón de agudos se rellena con arena fina (y seca). El espacio detrás de la caja que contiene los altavoces de medios y agudos puede servir para colocar, además de los filtros, un amplificador de potencia.

No es necesario usar formón o fresa para la fijación de los altavoces, ya que hemos adoptado una solución más cómoda; dos paneles en sandwich, pegados uno contra otro. El panel frontal tiene un agujero del mismo tamaño que el diámetro exterior del altavoz, en el segundo panel el orificio es ligeramente menor. KEF suministra a menudo un plano de taladrado para facilitar los orificios mencionados.

Y, por fin, llegamos al montaje propiamente dicho. En la figura 10 encontrará los detalles de construcción de las diferentes piezas, con sus cotas correspondientes. Se ha tratado de aprove-

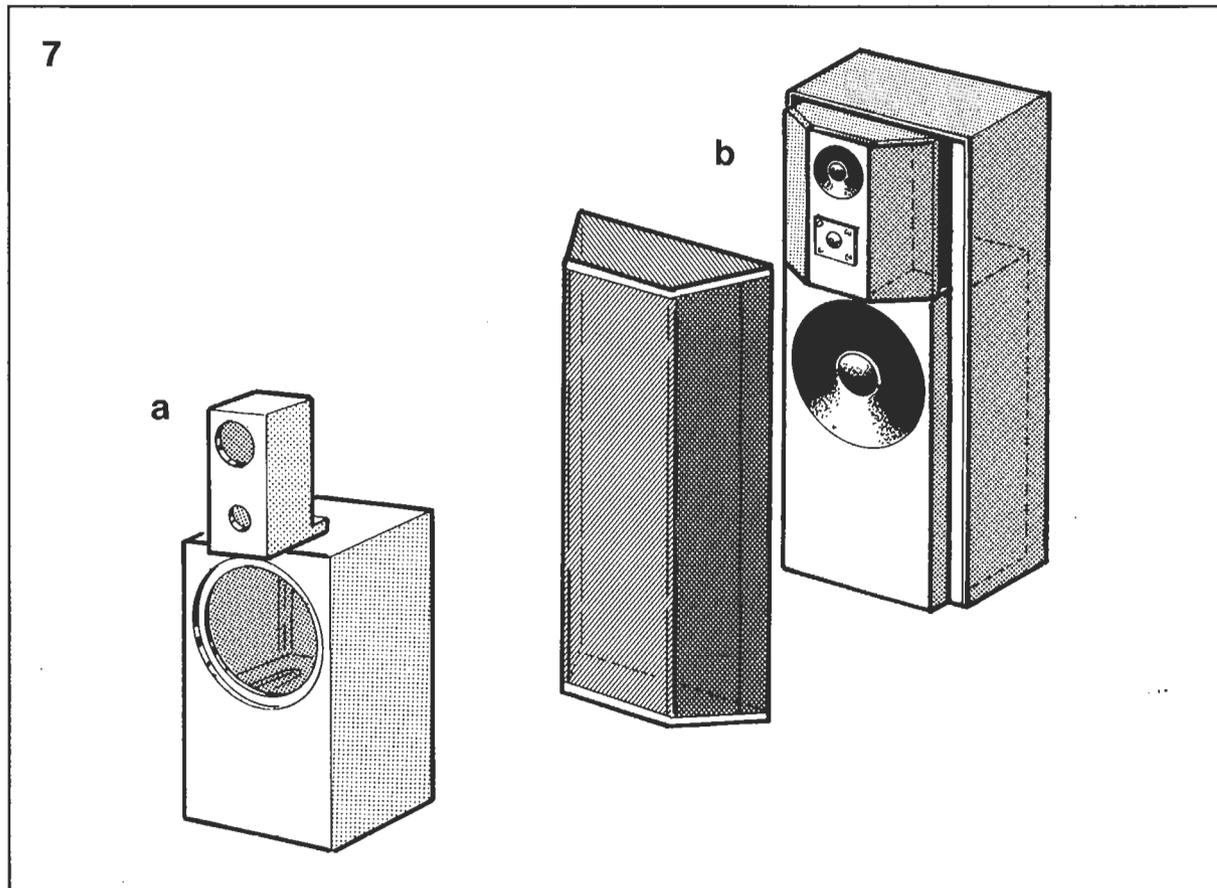
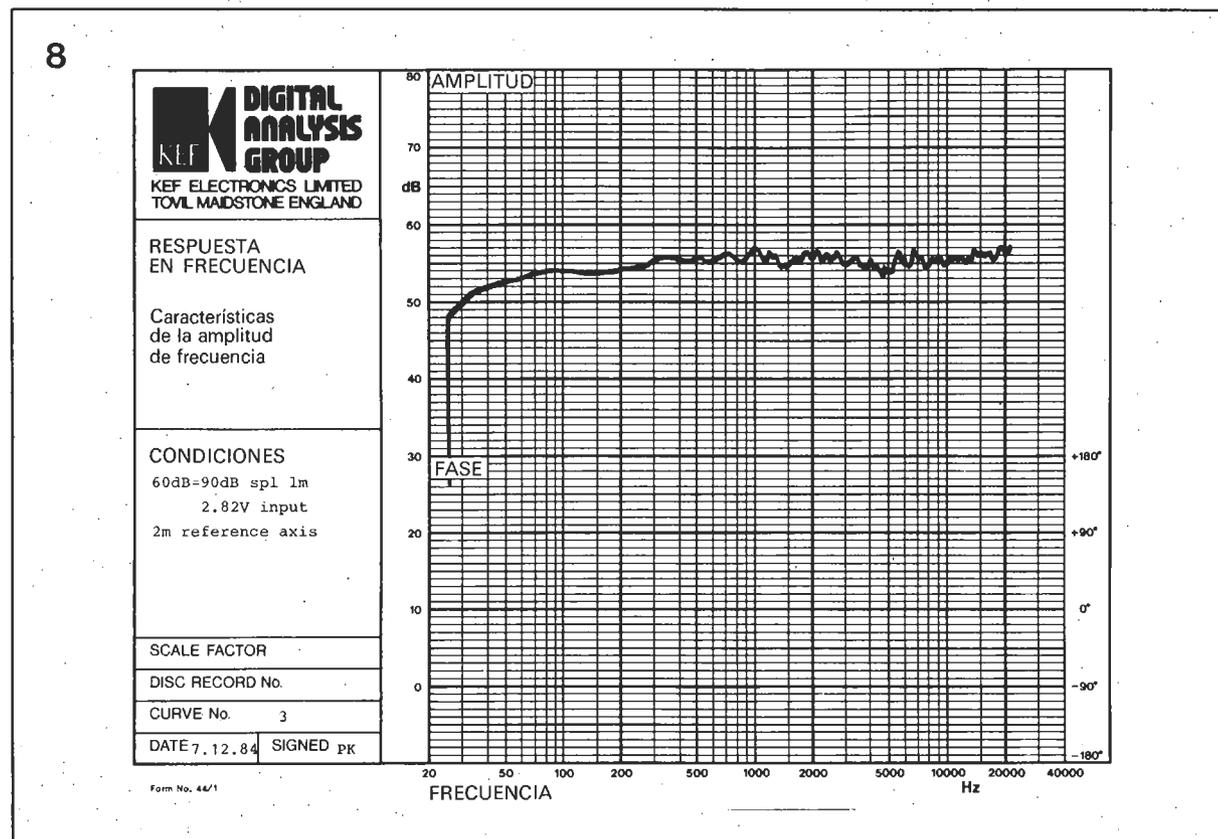


Figura 7. Croquis de montaje de las diferentes secciones del PL 301.

Figura 8. Respuesta de la amplitud en función de la frecuencia.



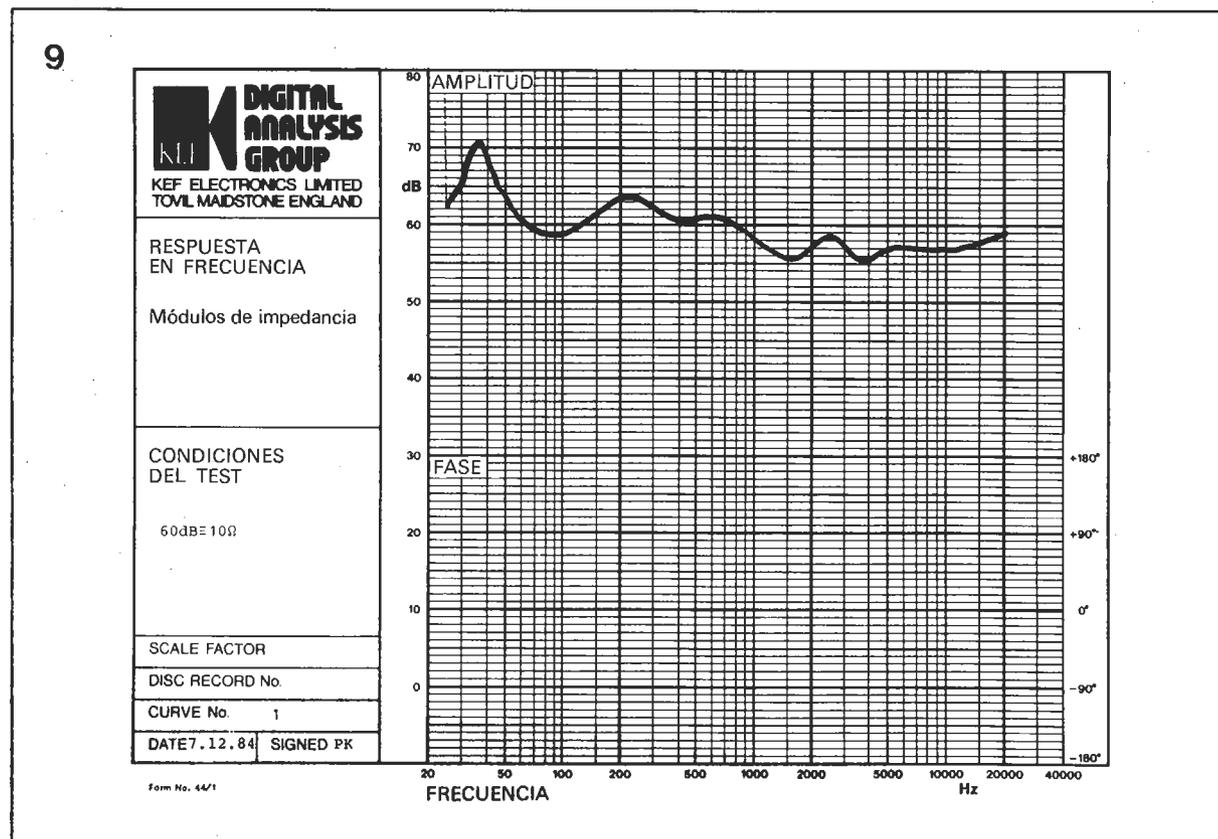
char al máximo los tableros de madera de dimensiones estándar disponibles en el mercado. Si no tiene las herramientas, o mucha seguridad en sus conocimientos, para realizar el serrado con ángulos rectos diríjase a un buen carpintero; de esta forma tendrá la

certeza de disponer de las piezas con sus dimensiones correctas. Tendrá que disponer también de una cierta cantidad de cola para madera y tornillos y/o clavos; como este montaje se dirige a los aficionados hábiles, no indicamos el tipo ni el número de los mis-

mos. El propósito final del montaje es obtener una caja sólida y estanca, uniendo los diferentes paneles de forma segura, sin que importe mucho cómo lo haga exactamente.

La construcción puede dividirse en tres etapas sucesivas, que

Figura 9. Módulo de la impedancia en función de la frecuencia.



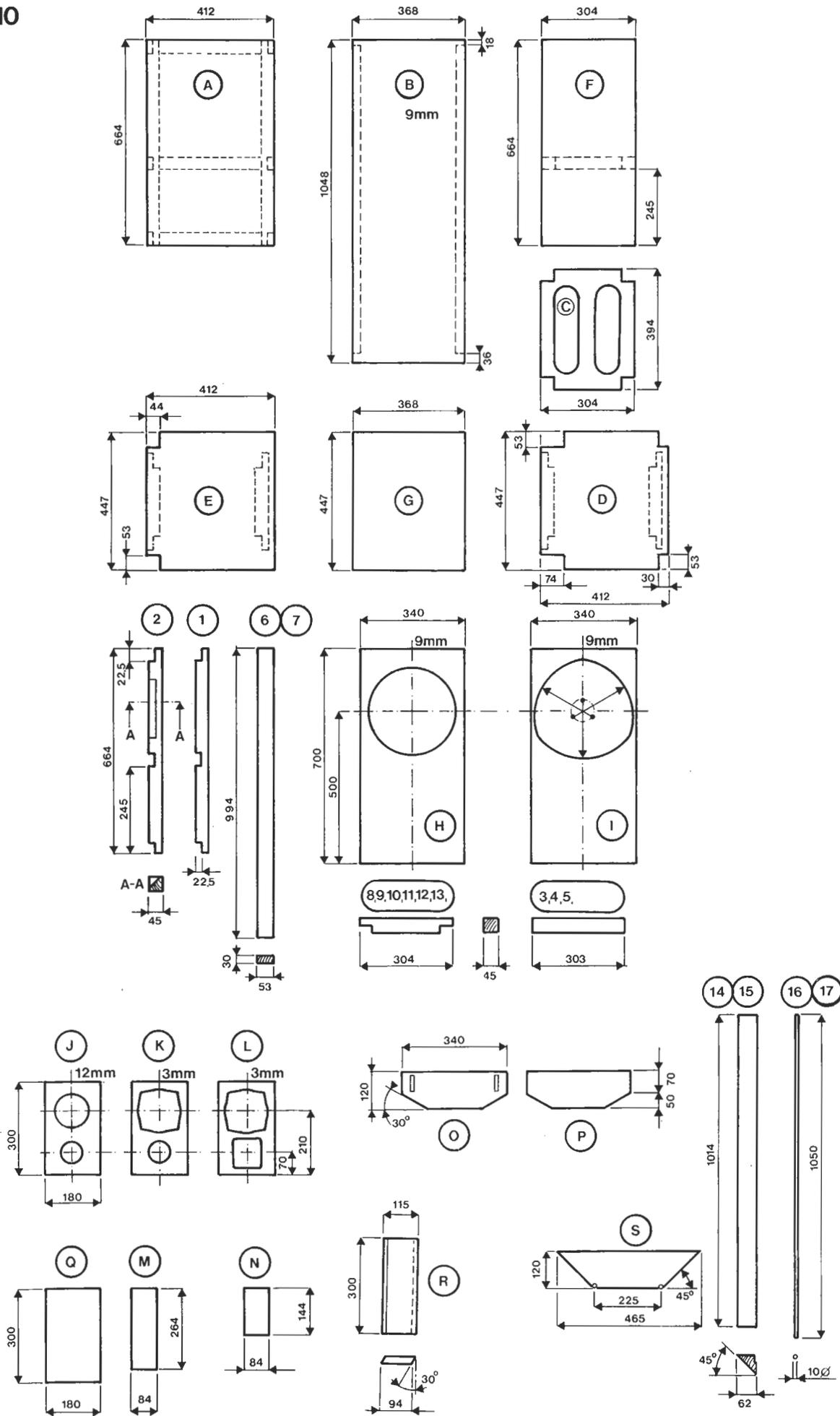
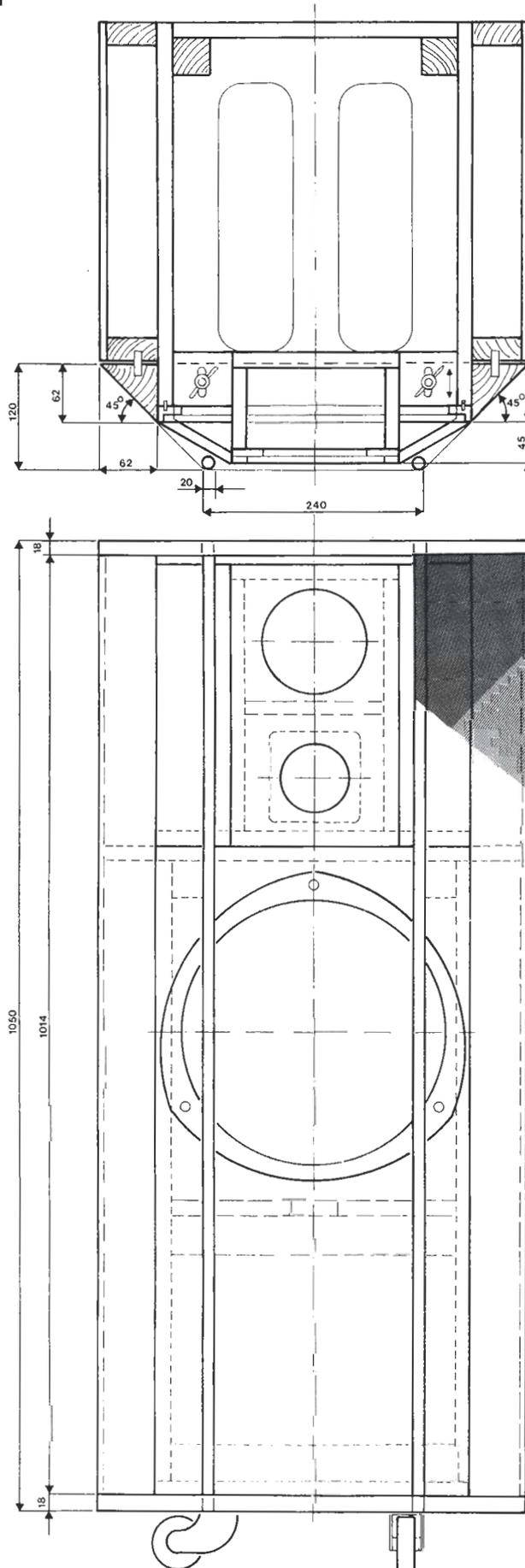


Figura 10. Plano de serrado de las diferentes piezas que componen la caja, con sus dimensiones.

11a



pueden ser realizadas en forma independiente. La figura 11a muestra las dimensiones externas de la caja, en 11b el cajón de graves con su envoltura exterior, y 11c da todos los detalles relativos a la caja de los altavoces de medios y agudos, y la tela protectora frontal.

Los circuitos de filtro, y la posible etapa de potencia, pueden ser colocados en el espacio vacío tras la caja de medios y agudos. Los cables de interconexión se realizan a través de los paneles traseros, por medio de un conector con rosca, para la toma exterior, y terminales tipo Fástón.

Las diferentes etapas del montaje pueden apreciarse en las diversas fotos de la figura 12.

Para poder valorar adecuadamente un recinto acústico la mejor prueba es oírlo; hasta llevar a cabo el montaje puede hechar una ojeada a las extraordinarias curvas de respuesta del PL 301; la figura 9 representa la respuesta en frecuencia, medida en el eje de referencia (a la altura del tweeter) a una distancia de 2 metros. La homogeneidad de la misma no necesita comentarios.

Otra curva interesante es la de impedancia del recinto en función de la frecuencia; de nuevo nos encontramos con una linealidad excelente.

Detalles de construcción

El cajón de graves

- Comencemos el montaje por los paneles laterales A y A'; fijar sobre cada uno de estos paneles las tablas 1 a 5 (1' a 5'), y luego los refuerzos 6 y 7 (6' y 7'). Montar los paneles B y B' sobre los precedentes (consultar figura 11b).

- Colocar refuerzos en la zona interior de B y B' que sobresale del cajón de graves; fijar estos con cola blanca (cola para madera, o adhesivo para suelos).

- Monte el panel intermedio C entre los paneles laterales A y A'.

- Encolar las tablas 8 y 9 en la parte inferior de la tapa D.

- Encolar las tablas 10 y 11 en la parte superior de la tabla E, el fondo del cajón de graves.

- Montar el panel superior D, e inferior E sobre los laterales A y A'.

- Fijar la tabla 12 en el panel trasero F, y encolar en su sitio.

- Pegar un refuerzo en la parte interior del panel superior G, y fijar esta tapa a los paneles A-A' y B-B'.

Llegamos al doble panel frontal en sandwich.

- Realizar los agujeros para el altavoz en los paneles H e I, a continuación fijar y encolar estos paneles entre sí.

- Montar el refuerzo 13 entre las tablas 2 y 2' del frontal.

- Hacer todo el cableado del altavoz de graves. Los cables al filtro se pasarán por un orificio realizado en la parte trasera del panel D (tapa superior del cajón de graves).

- Coloque una lámina de fibra de vidrio sobre cada panel interior; rellenar la mitad superior del cajón de graves con material absorbente (lana cardada, por ejemplo).

- Fijar el panel frontal (H-I) en su sitio.

11b

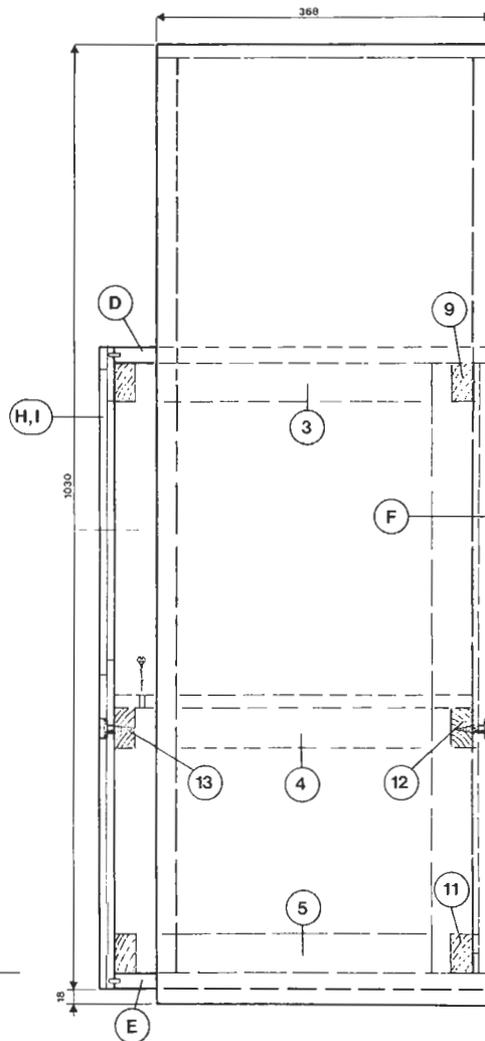
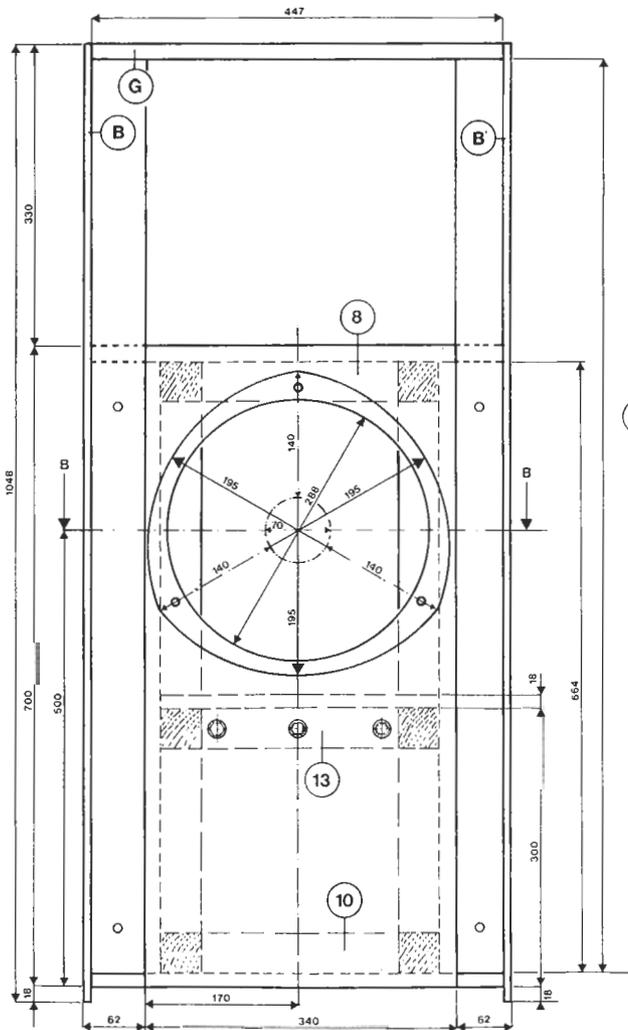
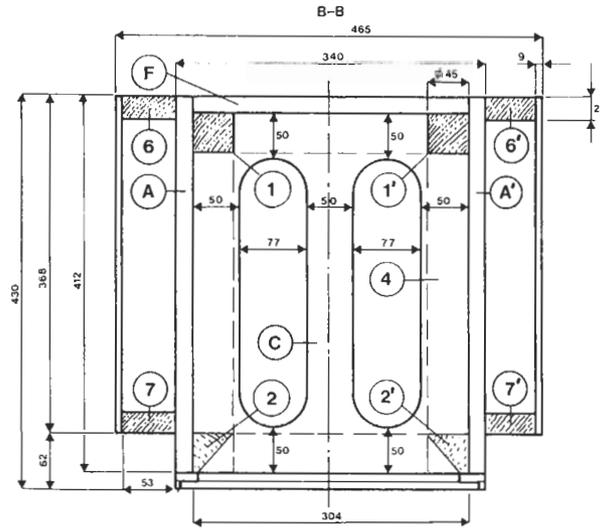


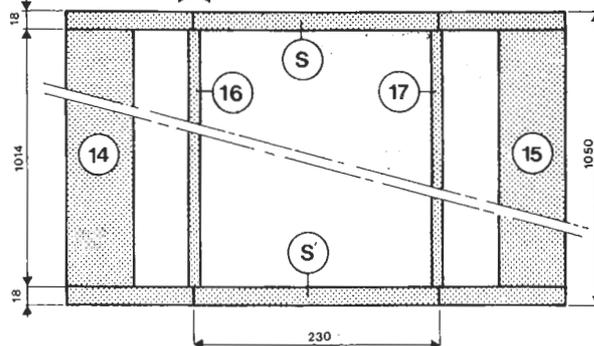
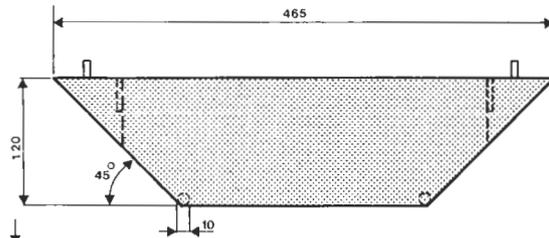
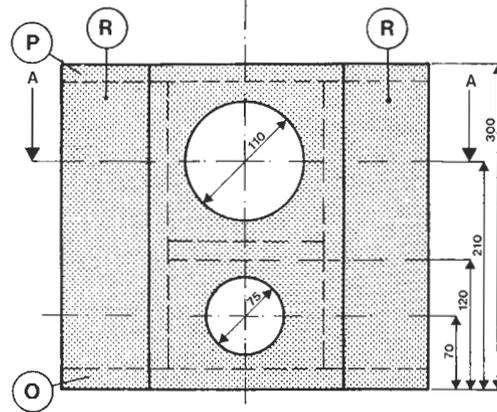
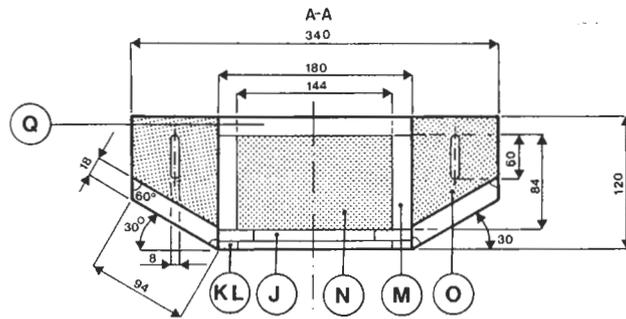
Figura 11. Detalles de montaje.

- Rellenar el espacio existente entre los paneles A y B, A' y B', con arena seca.

- Monte el altavoz de graves en su sitio, realice la fijación con tornillos de cabeza avellanada

para que no sobresalgan. Coloque masilla u otro film plástico autoadhesivo en el perímetro del altavoz para garantizar que el cajón es totalmente estanco.

11c



85037

La caja de medios y agudos

- El panel frontal consta de tres piezas J, K y L en las que hay que realizar los agujeros correspondientes antes de unirlos y encolarlos firmemente para formar un solo bloque.

- Fijar los paneles laterales M y M' al bloque frontal, y situar en su sitio el panel de separación N.

- Encolar el fondo O, y el panel superior P antes de colocar la trasera Q en su sitio.

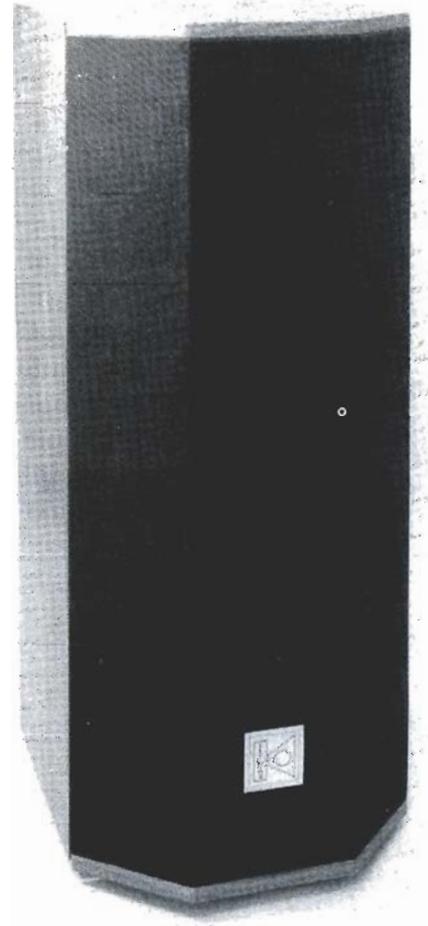
- Fijar las piezas sesgadas R y R' a la pieza frontal.

- Implantar el cableado de los altavoces y rellenar el espacio vacío con lana cardada u otro material absorbente.

- Montar los altavoces en la caja.

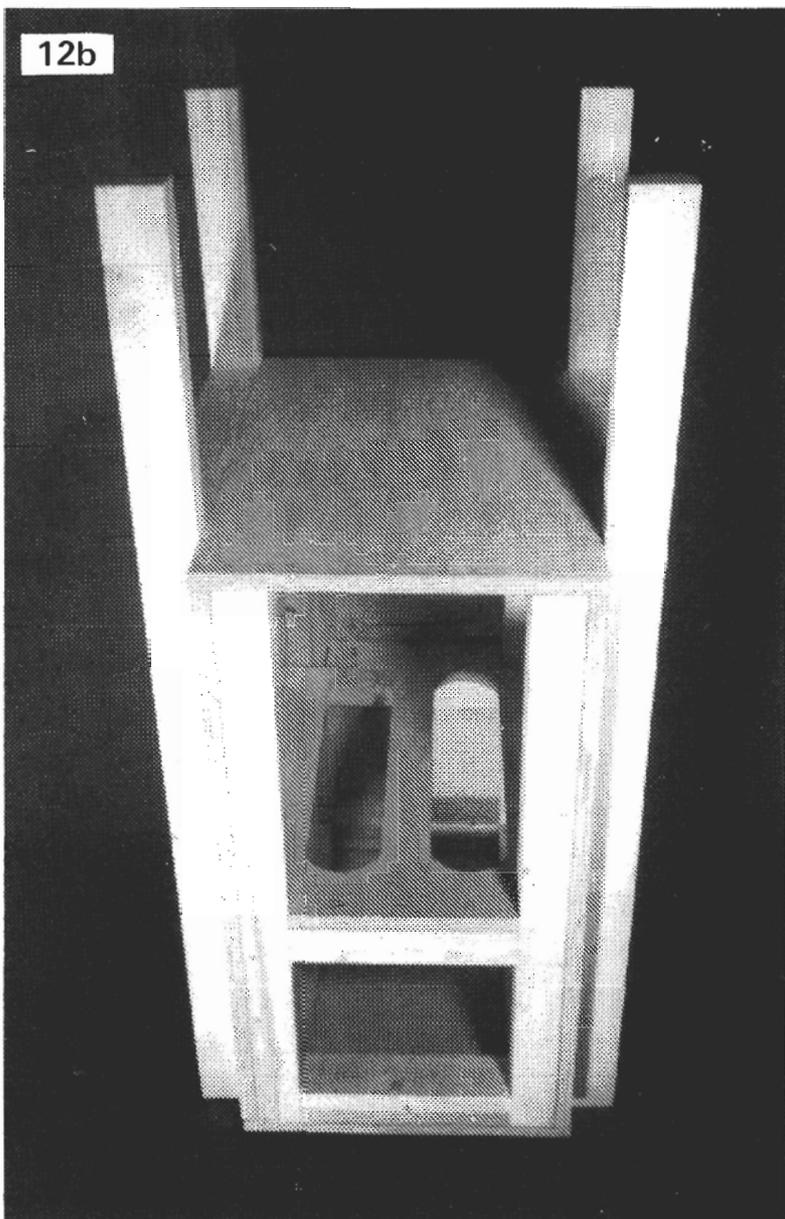
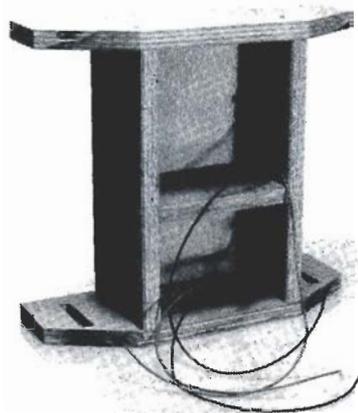
- Atornillar la caja de medios-agudos sobre el cajón de graves.

- Realice el acabado del recinto a su gusto con barniz, pintura, etc.





12d



La tela protectora

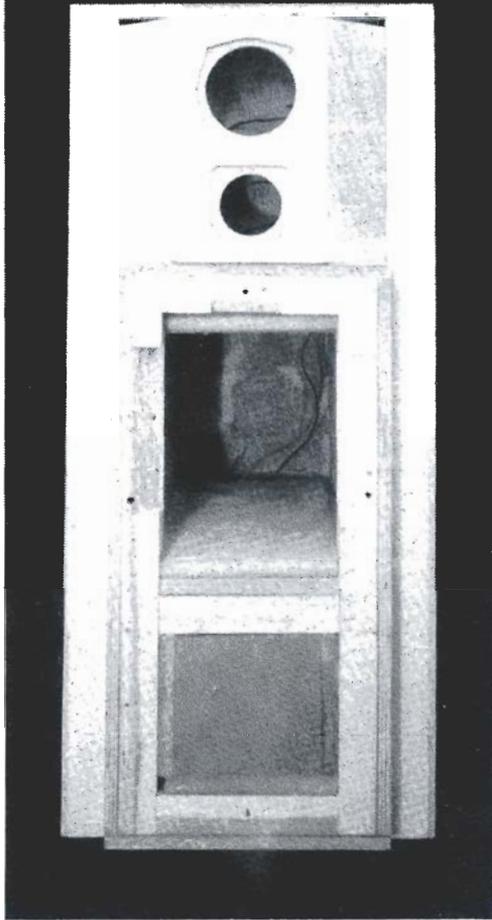
- Realizar en los paneles S y S' unos agujeros destinados a los tubulares de tensión de la rejilla.
- Ensamble los paneles S y S' junto con las barras 14 y 15 y tense la tela protectora mediante las varillas 16, 17.
- Grape la tela a las piezas 14 y 15 para mantenerla tensa, así como en las piezas superior e inferior S y S'.
- Realice unos taladros en las piezas S y S' y, enfrentados, en las piezas 7 y 7' del recinto para fijar mediante tetones las piezas que soportan la tela.
- Ya sólo queda fijar este conjunto al recinto acústico.

Por último sólo queda conectar el recinto acabado al amplificador. Estamos seguros que al escucharlo comprobará que el esfuerzo ha merecido la pena. ■

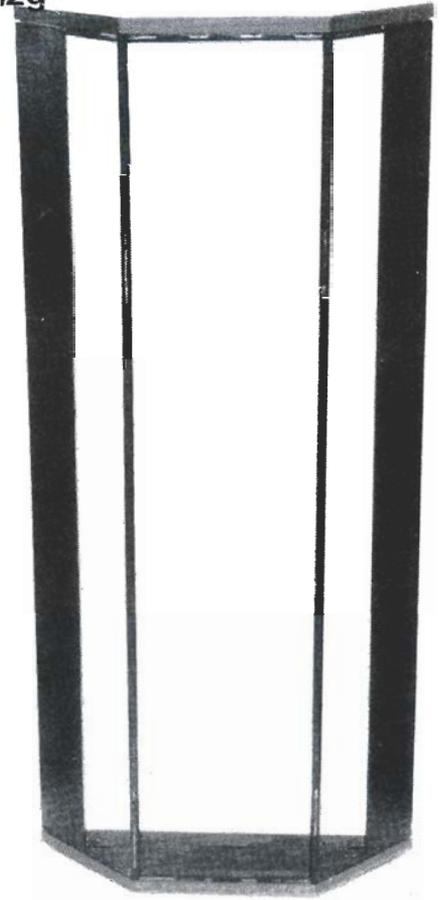
Figura 12. Fotografías de las diferentes etapas del montaje del recinto.



12e



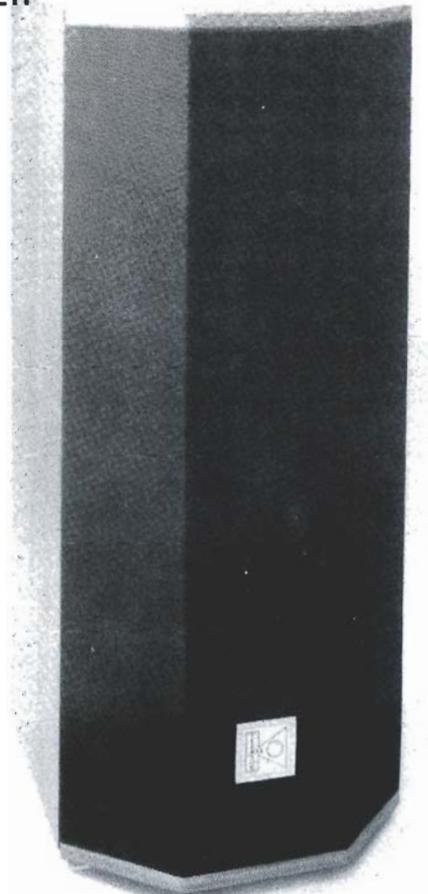
12g



12f



12h



Normas para la reproducción de los circuitos impresos de ELEKTOR

Para que el lector pueda confeccionar sus propias placas de circuito impreso a partir de los diseños incluidos en las páginas centrales, hay que poner en práctica las operaciones que se detallan a continuación.

- Antes de poner manos a la obra, necesita disponer de ciertos materiales: una lámpara ultravioleta, sosa cáustica, cloruro férrico y una placa de circuito impreso de material fotosensible positivo (que puede adquirir como tal o bien prepararla en casa, depositando sobre una placa de circuito impreso convencional una película de laca fotosensible que puede adquirir en aerosol). El equipo debe completarse con un aerosol especial transparentizador, como el Pausklar 21 (ver la nota del final), cuya misión es lograr que el papel sobre el que se aplica se convierta en translúcido (especialmente a la luz ultravioleta) y aumentar la adherencia de éste a la placa de circuito impreso.

- Una vez que disponga del material necesario (para adquirirlo puede dirigirse a su proveedor habitual de componentes electrónicos) puede ya empezar las operaciones. En primer lugar, rocíe con el aerosol de producto transparente toda la superficie del lado fotosensible de la placa y coloque el diseño de las pistas impresas (previamente recortado de la revista)

sobre la cara lacada de la placa; por supuesto, el lado del papel en el que está reproducido el trazado de pistas es el que debe enfrentarse con la cara fotosensibilizada de la placa. Presione hasta que desaparezcan todas las burbujas de aire que se hayan formado.

- El conjunto puede ahora ser expuesto a la luz ultravioleta. Para tiempos de exposición prolongados o cuando el papel no está perfectamente liso (sobre todo si no ha utilizado el aerosol transparentizador), es muy conveniente «emparedar» el papel contra la placa de circuito impreso por medio de una placa de vidrio que mantendrá el papel fijo y plano. En todo caso, hay que tener en cuenta que las placas de vidrio (no así las de cristal y de plexiglás) absorben parte

de la luz ultravioleta, por lo cual el tiempo de exposición debe ser incrementado ligeramente.

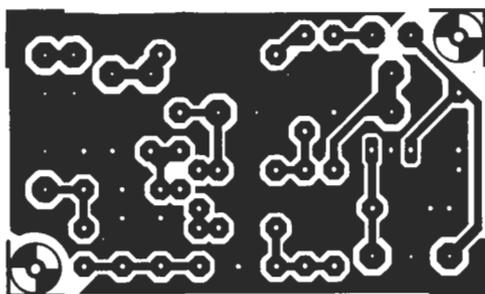
- El tiempo de exposición depende de la lámpara que utilice, de la distancia entre ésta y la placa y del material fotosensible utilizado. Si emplea una lámpara ultravioleta de 300 vatios a una distancia de unos 40 cm del circuito, con una placa de plexiglás, puede bastar un tiempo de exposición comprendido entre 4 y 8 minutos.

- Acabada la exposición retire el trazado de pistas recortado de la revista (puede serle útil de nuevo) y ponga la placa bajo el grifo de agua (¡... y ábralo, claro está!). Una vez limpia, introdúzcala en una disolución de sosa cáustica (9 gramos por litro de agua). Una vez revelada la placa, puede ya atacarla con cloruro férrico (500 gramos de cloruro férrico por litro de agua). Limpie de nuevo la placa con agua (aproveche para hacer lo mismo con sus manos), elimine la película fotosensible de las pistas de cobre con la ayuda de un estropajo de aluminio y, por último, taladre los agujeros.

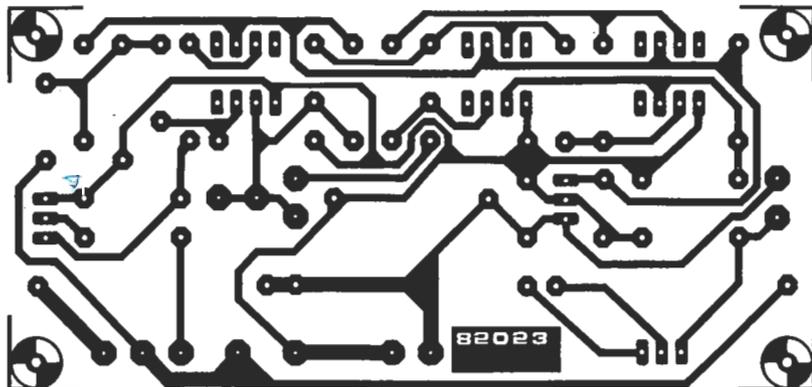
¡Ya tiene en su poder la placa de circuito impreso!

Debido a la gran dificultad que tenían muchos de ustedes para encontrar el aerosol transparentador ISOdraft que habitualmente aconsejábamos, hemos realizado intensas gestiones para tratar de localizar un equivalente que resultara más fácil de hallar. Así hemos «descubierto» el PAUSKLAR 21

TRANSPARENT SPRAY, fabricado por Kontakt Chemie. En España lo distribuye Berengueras (ver página de quién y dónde) a un P. V. P. aproximado de 700 pesetas. A este establecimiento pueden dirigirse todos aquellos que no lo encuentren en sus proveedores habituales.

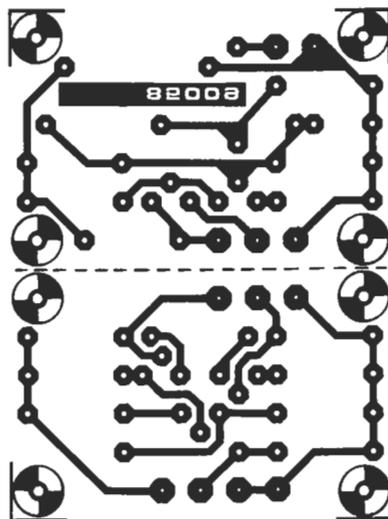


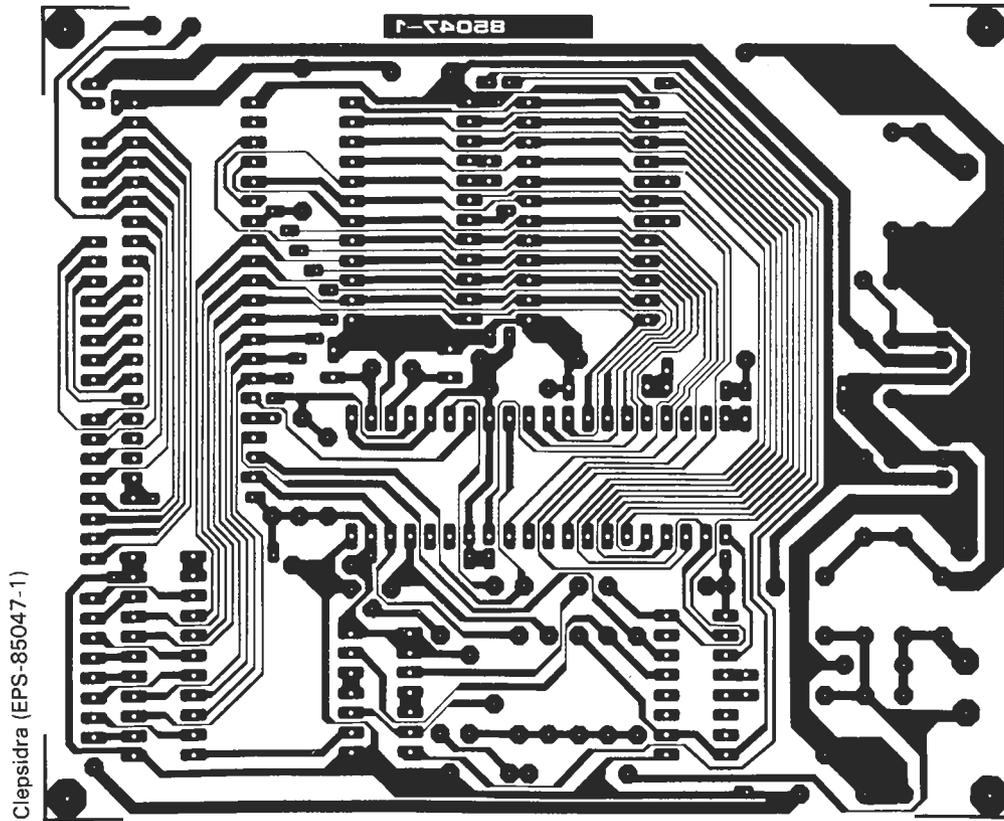
Modulador UHF-VHF
(EPS-85002)



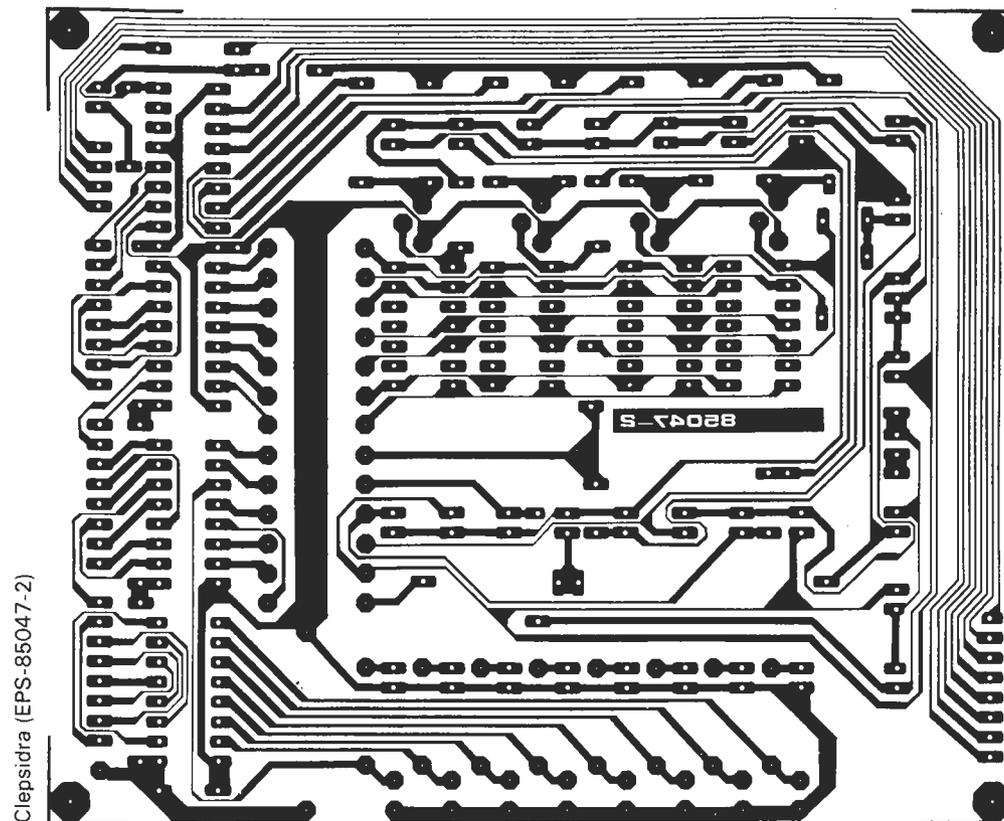
Modulador de bujías
(EPS-85053)

Preamplificador microfónico
(EPS-85009)





Clepsidra (EPS-85047-1)



Clepsidra (EPS-85047-2)

PREAMPLIFICADOR PARA MICROFONO

Con transfe-
rencia
simétrica
de la señal

Los cables de extensión de micrófono constituyen una "puerta de entrada" para el ruido. Las pérdidas de nivel de señal producidas por dichos cables suelen compensarse por un preamplificador de entrada, pero ello amplifica también el ruido generado en el cable, así como cualquier parásito captado por el cable. Para aquellos casos en que la longitud del cable es superior a unos 2 metros, parece ser conveniente amplificar la señal microfónica antes y después del cable. Una mejor relación señal/ruido y una supresión más eficaz de los parásitos son las ventajas inmediatas de este montaje.

El micrófono, "oído" de la Electrónica, transforma las ondas sonoras en tensiones eléctricas alternas de amplitud pequeña. La naturaleza débil de estas tensiones, del orden de unas decenas de milivoltios, explica la existencia de una entrada de micrófono en cualquier amplificador digno de este nombre, detrás de la cual comienza una etapa preamplificadora. A la salida de esta última etapa, el nivel de la señal proporcionada por el micrófono es suficiente para excitar la etapa de ajuste de la tonalidad y del volumen. ¿Por qué, en este caso, añadir un preamplificador para micrófono? Por la sencilla razón de que hay un cable. Un buen micrófono utiliza cable blindado de calidad, pero ello no impide la intrusión de parásitos (en cierto modo, los "piratas del cable"). Admisible para una longitud de 1 ó 2 metros, esta intrusión de ruido es casi insopor-

table para una longitud más importante; las pérdidas debidas a la longitud del cable son, por otra parte, causa de una reducción (por débil que sea) del nivel eléctrico de la señal. El circuito propuesto está constituido por dos partes, de las cuales una está conectada entre el micrófono y el cable y la segunda termina el cable en el otro extremo. El diagrama de bloques de la figura 1 muestra que la etapa de entrada amplifica la señal débil suministrada por el micrófono en una ganancia de 10 (ó 20 dB) antes de que cualquier ruido o parásito inducido por el cable se le superponga.

Los dos amplificadores están conectados por medio de un cable bifilar blindado, que reduce todavía más la captación de ruido y parásitos. Tenga presente que la potencia requerida por la primera parte del circuito (A) se suminis-

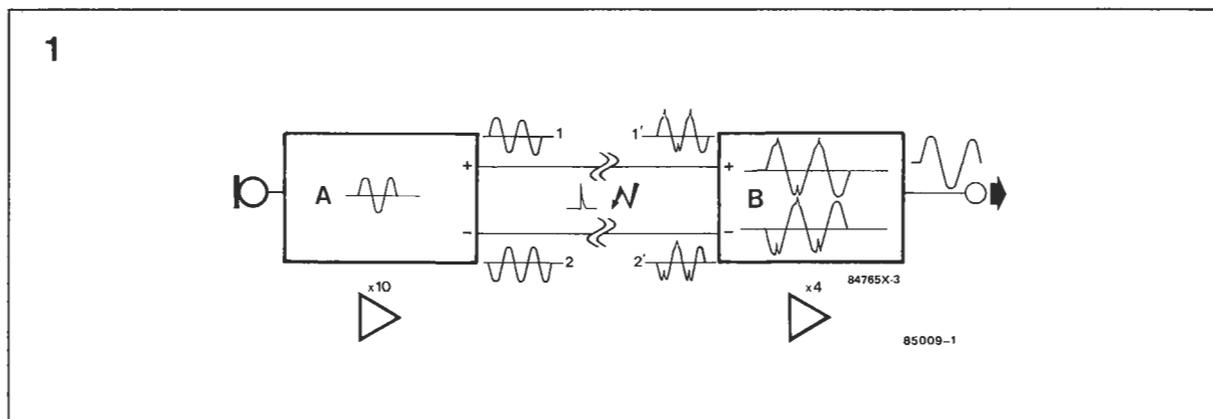
tra a través del cable; ello mantiene el peso del micrófono (evitando la presencia de las pesadas pilas) lo más pequeño posible.

Un artilugio permite emplear las líneas de señal para la alimentación del primer submontaje a partir del segundo y de aquí la denominación de "alimentación fantasma". Dicho segundo submontaje del circuito (B) amplifica la señal en otros 12 dB para hacerla adecuada para excitar el amplificador de potencia a través de los terminales TAPE (cinta), TUNER (sintonizador) o AUX.

El problema de la inversión de la señal

En condiciones normales, uno de los terminales de la cápsula del micrófono está conectado a

Figura 1. Diagrama de bloques de las dos secciones del preamplificador conectadas mediante un cable bifilar con blindaje individual.



masa, mientras que el otro se emplea como la salida de señal. Ello hubiera sido también posible con la salida del preamplificador de 20 dB (ganancia de 10), sirviendo uno de los conductores del cable como línea de la señal y el otro como la línea de tierra. Sin embargo, hemos optado por un montaje diferente: una de las salidas del amplificador, 1(+), constituye la señal normal y la otra salida, 2 (-), se dispone de la señal con un desfase de 180° (inversión). Se trata de la misma señal, pero cuando la línea de señal transporta una alternancia positiva habrá en la línea negativa una alternancia negativa.

El amplificador vuelve las cosas al orden debido, de modo que si se le conecta, sin otra forma de proceso, las dos líneas que transporta la señal, no habría salida alguna, al eliminarse entre sí las dos alternancias en oposición de fase. Por este motivo, se efectúa en el amplificador una inversión de 180° de la señal desfasada que se suma inmediatamente a la señal disponible en la otra línea. La señal así obtenida tiene una amplitud doble que la señal original, lo que se pone en evidencia en la figura 1. ¿Por qué todas estas complicaciones? Simplemente porque las señales de ruido en la segunda línea se invierten también en el amplificador de 12 dB y se añaden a las señales de ruido existentes en la primera; de esta forma, las dos componentes parásitas se eliminan por oposición de fase.

El resultado de lo anterior es

una excelente protección contra parásitos que justifica, en gran medida, la presencia de un "puñado" de componentes electrónicos.

El esquema

Los submontajes A y B del diagrama de bloques son fácilmente reconocibles en el esquema de la figura 2. A la izquierda, el micrófono asociado a los transistores T1 y T2 constituye el "bloque" A. Una de las extremidades de la línea de transmisión está conectada a los puntos 1-2 y la otra a los puntos 1'-2'. La parte derecha está centrada en los transistores T3, T4 y T5 que corresponden al "bloque" B.

El transistor T1 y los componentes asociados amplifican en 12 dB (X 10) la señal procedente del micro y esta ganancia depende principalmente de la relación entre R6 y R5 (resistencia de colector/resistencia de emisor). Si la tensión proporcionada por el micrófono es de unos 10 mV, el nivel de la señal disponible en el colector de T1 será del orden de 100 mV.

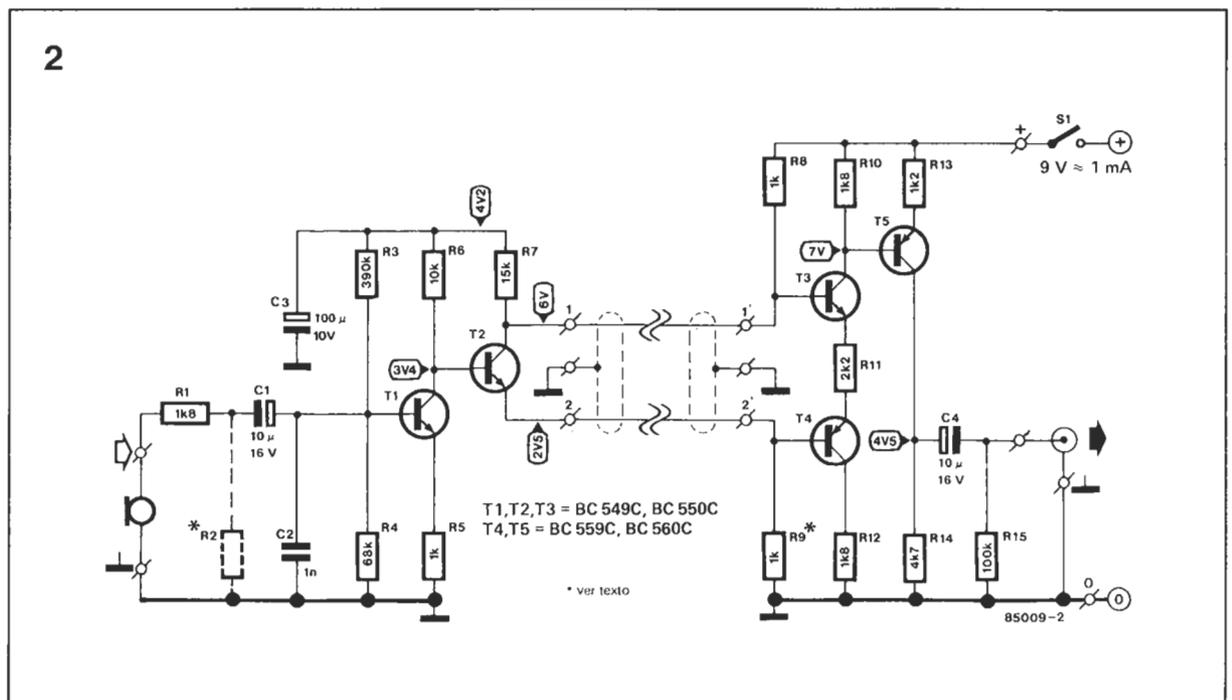
El transistor T2 "equilibra" esta tensión simultáneamente en los puntos 1 y 2 de la línea de transmisión. Si no se tiene en cuenta la existencia de R7, se puede decir que T2 está montado "al aire". Sus resistencias de colector y de emisor (R8 y R9 respectivamente) están en el bloque B. Como estos dos componentes tienen el mismo

valor, las tensiones de emisor y de colector deben ser idénticas (en su componente alterna). Si se quiere conseguir un funcionamiento correcto de la transferencia antes descrita, es preciso que las dos tensiones estén en oposición de fase, lo que sucede, de todos modos, con las tensiones de colector y de emisor. El "trasplante" de estas dos resistencias permite, por otra parte, resolver el problema de la alimentación de T2, al estar conectado este transistor a las dos líneas de alimentación del bloque B, por intermedio de las dos resistencias antes citadas.

La alimentación de T1 se extrae de la tensión de colector. La red tipo R-C, R7/C3, constituye un filtro de paso bajo que sirve para impedir el paso de tensiones alternas hacia el preamplificador, las cuales, además del efecto que tendría sobre el preamplificador, producirían también una atenuación de la señal que circula por la línea 1/1' con respecto a la que se transporta por la línea 2/2' (es decir, una realimentación de la señal a las etapas de entrada). El emisor de T1 está conectado a la masa (a la que también está conectado el blindaje de la línea de transferencia) a través de R5.

T3 y T4 sirven para invertir la fase de las señales en una de las líneas y para sumar las dos señales juntas, lo que se efectúa (realmente por sustracción) mediante la resistencia de emisor común R11 entre ambos transistores. Por consiguiente, se dispone en los bornes de T11 de la diferencia en-

Figura 2. Hemos tratado de limitar lo más posible el número de componentes para darle el máximo de posibilidades de poder instalar la parte izquierda del montaje en el interior del micrófono.



tre las dos tensiones de emisor. Como la tensión de emisor de T3 es permanentemente inferior en unos 0,7 V a su tensión de base y como la de T4 es superior a su propia tensión de base, lo que se tiene en los bornes de R11 es realmente la diferencia entre las dos tensiones de base. Para ser rigurosamente exactos, hay que añadir que con ellas las tensiones de umbral aumentan el nivel en unos 1,4 V. Al ser estas últimas constantes, no desempeñan ningún papel en el funcionamiento. T5 extrae la señal del colector de T3. La tensión alterna existente en este punto corresponde a la tensión de emisor, habida cuenta de que una misma corriente circula a través de R11 y de R10. La etapa de amplificación, que constituye T5, R13 y R15, proporciona una ganancia de 4 en la señal antes de transmitirle a la salida por intermedio de un filtro paso-alto, lo que impide que cualquier tensión de c. c. llegue a la salida.

La resistencia R2 sirve para adaptar la impedancia de salida del micrófono a la impedancia de entrada del transistor. Recordará que el funcionamiento óptimo se produce si la impedancia de entrada del amplificador es igual a, o algo mayor que, la impedancia de salida del micrófono. En el montaje de la figura 2, la impedancia de entrada viene determinada sobre todo por el valor resultante del paralelo R3 y R4 (ya que están efectivamente en paralelo a efectos de señal); como se indica, este valor llega a ser de unos 57 k Ω . Si este valor de la im-

Lista de componentes		
Resistencias:	R13 = 1k2	T4, T5 = BC 559C o BC 560C
R1, R10, R12 = 1k8	R14 = 4k7	Varios:
R2 = ver texto	R15 = 100 k	S1 = conmutador unipolar de un contacto
R3 = 390 k	Condensadores:	Cable de audio bifilar con blindaje individual, según se requiera
R4 = 68 k	C1, C4 = 10 μ /16 V	
R5, R8, R9 = 1 k	C2 = 1 n	
R6 = 10 k	C3 = 100 μ /10 V	
R7 = 15 k	Semiconductores:	
R11 = 2k2	T1, T2, T3 = BC 549C o BC 550C	

pedancia de entrada es demasiado elevada y diferente de la que tiene el micrófono, la adición de la resistencia R2 permite una compensación. Por ejemplo, la adopción de un valor de 100 k Ω para R2 hace "caer" la impedancia de entrada a unos 36 Ω .

Montaje

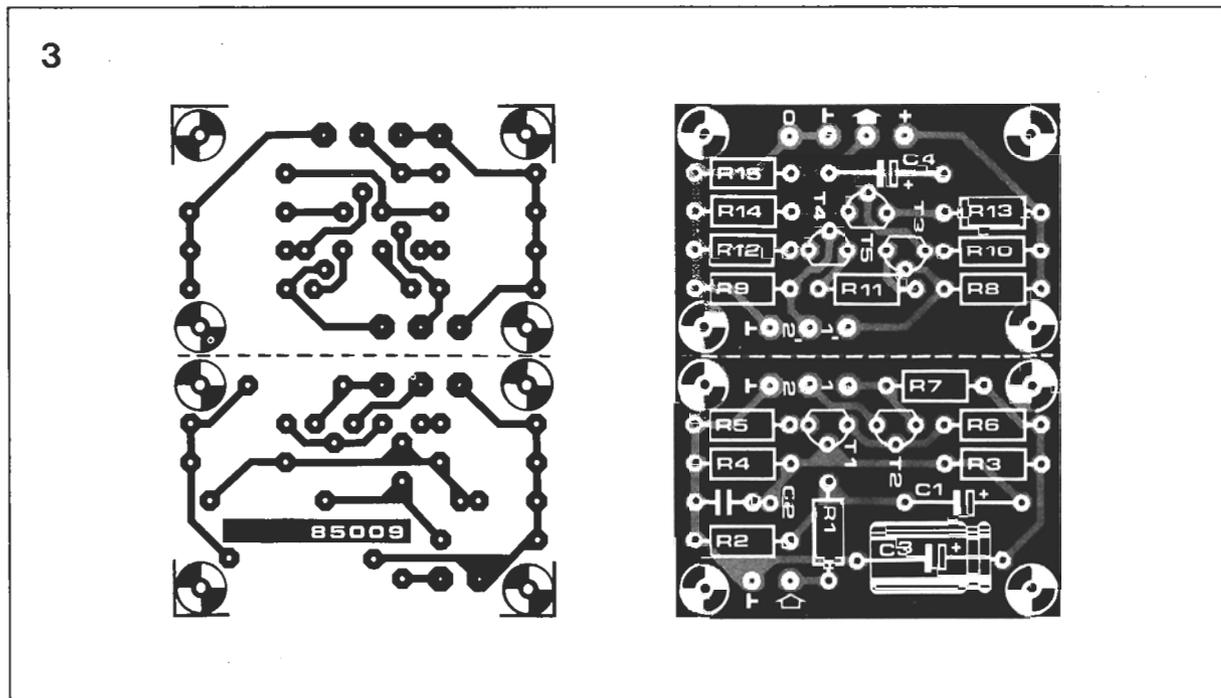
La placa de circuito impreso para los dos amplificadores se muestra en la figura 3; dicha placa ha de cortarse antes del montaje. En condiciones ideales, la parte correspondiente al amplificador de 20 dB debe poder alojarse en el receptáculo del micrófono pero, en muchos casos, esto puede plantear dificultades aunque realmente no se trata de una "misión imposible" (basta redondear mediante limado las esquinas, teniendo cuidado en no deteriorar las pistas de cobre para facilitar el trabajo). En caso contrario, el amplificador debe alojarse en una caja metálica lo más pe-

queña posible y montarse próximo al micrófono. En condiciones ideales, esta operación debe hacerse por medio de enchufes macho y hembra. En cualquier caso, cerciórese de que las conexiones de masa entre las unidades y el blindaje del cable están en buen estado.

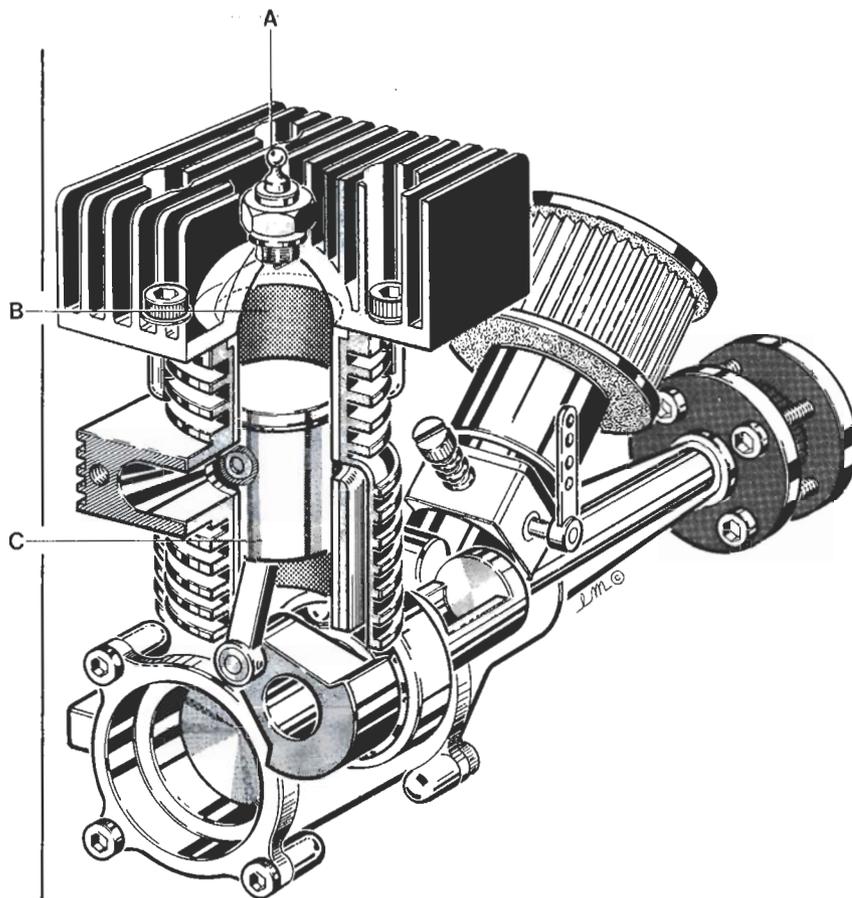
Tenemos la seguridad de que la sección correspondiente al amplificador de 12 dB no le planteará dificultades en su alojamiento en el interior de las cajas del mezclador o del amplificador de potencia. En condiciones normales, también será posible tomar en este sitio la tensión de alimentación requerida por el montaje.

Siguen "vigentes" las recomendaciones habituales en los dispositivos de alta frecuencia. Si fuera imposible colocar el montaje A en el propio micrófono, póngalo en una pequeña caja metálica situada lo más cerca posible del micrófono (un montaje "embutido" constituiría la alternativa ideal), realice las conexiones con cable blindado (y redúzcalas al mínimo), etc. ■

Figura 3. La placa de circuito impreso del preamplificador. Obsérvese que debe cortarse antes del montaje.



Ayuda al arranque para motores de modelos reducidos



MODULADOR PARA BUJÍAS

Los aficionados a los modelos reducidos con motores de explosión suelen tener problemas de arranque que tiene una influencia nefasta sobre sus nervios y que es digna de tenerse en cuenta. Estas dificultades son causadas por el hecho de que la bujía de encendido no es capaz de soportar la llegada brusca de una mezcla de combustible fría, que apaga el filamento e impide el encendido. Nuestro montaje asegura que el filamento se mantenga incandescente bajo cualquier circunstancia y con ello se obtiene un motor de fácil arranque a la primera solicitud.

El filamento, que es un trozo en espiral de un alambre metálico delgado, actúa como la bujía para los motores diesel de modelos. El paso de una corriente a través del filamento provoca la incandes-

encia, lo que, a su vez, trae consigo la inflamación de la mezcla de combustible y como resultado el encendido. Una vez arrancado el motor, el filamento se mantiene incandescente por el calor pro-

ducido en el cilindro. Es el fenómeno conocido como "autoencendido" por la mayor parte de los automovilistas. Se puede, entonces, interrumpir la aplicación de corriente. Parece ser que estamos ante un sistema ideal, pero en la práctica no todo es tan perfecto porque los motores de bujías utilizan combustibles volátiles. Tan pronto como la mezcla de combustible fría penetra en la cámara de compresión, su evaporación extrae del ambiente tal cantidad de calor que el filamento de la bujía suele perder su incandescencia. Las posibilidades de un fácil arranque se reducen en gran medida, sobre todo si el motor está "emborrachado". Si se quiere mejorar el comportamiento del motor al arranque, es preciso obtener un dispositivo que permita mantener la incandescencia del filamento, incluso en caso de refrigeración de la cámara de compresión.

Sistema de control

Hemos llegado a la conclusión de que necesitamos un dispositivo que permita controlar, de forma permanente, la temperatura del filamento. Habida cuenta de que es bastante difícil instalar un sensor de temperatura en la cámara de compresión, habrá de encontrarse otro medio. Pero cuál, he ahí la cuestión. ¿Puede imaginarse algo más sencillo que utilizar el filamento como detector de la temperatura? La mayoría de las bujías miniatura tienen, como una lámpara de incandescencia ordinaria, un coeficiente de temperatura positivo. Esto quiere decir que cuanto más corriente fluya a través del filamento, tanto más importante será su nivel de incandescencia y tanto más elevada será su resistencia. La resistencia constituye así una excelente magnitud de referencia de la temperatura. En lugar de la resistencia, podemos medir también la tensión en los bornes del filamento para una corriente constante dada. La tensión dependiente de la temperatura podría servir como la base de un sistema de control. En la figura 1 se ilustra cómo puede conseguirse. En realidad, se trata de una regulación por anchura de impulso.

El filamento se alimenta por dos fuentes de corriente: una constante y otra variable. La fuente de corriente constante aplica una corriente de aproximadamen-

Existen dos tipos de bujías y hay, uno de ellos que tiene una resistencia que es prácticamente independiente de la temperatura y con este tipo no se puede utilizar el modificador descrito en este artículo. Por consiguiente, compruebe qué tipo emplea su motor antes de la realización de este montaje.

te 1A al filamento. La caída de tensión resultante a través del filamento se transmite a la entrada no inversora de un comparador a través de un circuito de muestra y retención (S & H = sample and hold) sobre el que volveremos a hablar más adelante. En este dispositivo, la tensión se compara con la salida de un generador de señales triangulares. La salida del comparador, estará, pues, constituida por un tren de impulsos, cuya frecuencia es idéntica a la que tiene la señal triangular. La anchura de estos impulsos viene determinada por la tensión dependiente de la temperatura derivada de la bujía. Esta señal de impulsos controla la fuente de corriente variable, que suministra una corriente adicional cuando sea baja la tensión de control (y también la temperatura). La superposición de la salida del generador de señales triangulares sobre una tensión continua ajustable por medio de P permite establecer con precisión la temperatura de la bujía.

De lo anterior se deduce que el sistema depende de la modulación en anchura de impulsos.

Veamos ahora la función del circuito de muestreo y bloqueo. Para obtener una tensión de control fiable, es importante que las medidas tengan lugar siempre con una corriente idéntica. Así, en el momento de realizar las medida, sólo debe tenerse en cuenta la corriente constante y se ignorará la corriente variable adicional. Esta es la función del bloque circuital "S & H". Para los picos de la corriente variable, el circuito de muestreo y bloqueo se comporta como un diodo con polarización inversa y, al mismo tiempo, el valor de la tensión antes medida se "memoriza" por unos instantes. Y así la tensión de control se mide siempre con una corriente constante, que era lo que se pretendía.

El circuito

Haciendo referencia al diagrama de bloques de la figura 1, el esquema de la figura 2 no debería plantear ningún problema de comprensión.

La fuente de corriente constante está proporcionada por el transistor T3 en la figura 2. El diodo emisor de luz D3 sirve como una fuente de referencia de tensión y,

por consiguiente, debe ser de color rojo, como se indica en la lista de los componentes. Este diodo LED sirve, además, de indicador del estado (bueno o malo) de la bujía; en efecto, en el caso de que se tenga una bujía defectuosa, ya no podrá circular la corriente y se mantendrá apagado el diodo LED.

La tensión detectada se aplica primero a la etapa de muestreo y bloqueo formada por R8, D2 y C6. Este último condensador funciona como una "memoria", mientras que el diodo está polarizado en sentido inverso por las fluctuaciones de la corriente producidas por la fuente variable; es decir los transistores T1 y T2. El diodo D2 está polarizado en sentido directo sólo durante los intervalos entre las fluctuaciones y luego, conduce a través de la resistencia R8. De esta manera, se eleva la tensión a través de C6 en 0,6V, pero este incremento es anulado por el diodo D1. A continuación, la ten-

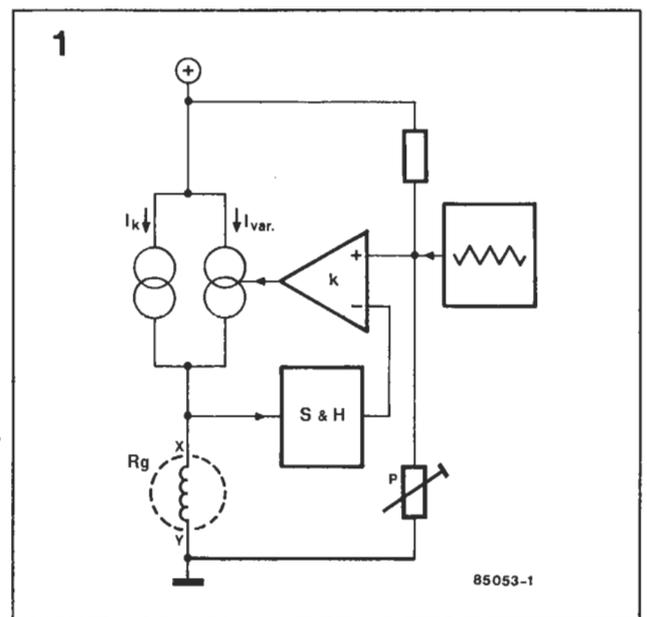


Figura 1. Diagrama de bloques del modulador. El principio de funcionamiento utilizado es el de la regulación por anchura de impulso, controlada por una tensión dependiente de la temperatura. La propia bujía desempeña el papel de sensor de la temperatura.

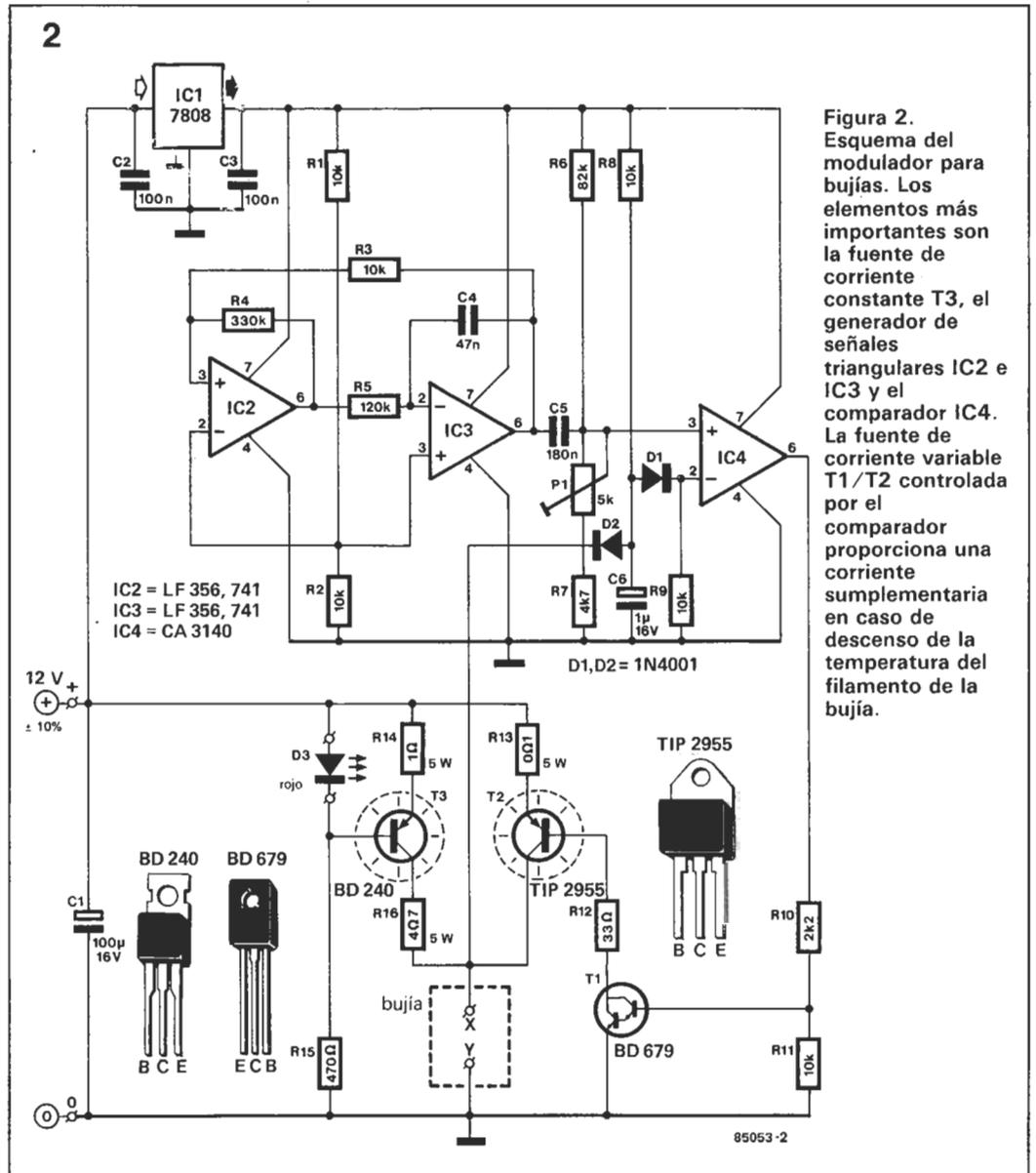


Figura 2. Esquema del modulador para bujías. Los elementos más importantes son la fuente de corriente constante T3, el generador de señales triangulares IC2 e IC3 y el comparador IC4. La fuente de corriente variable T1/T2 controlada por el comparador proporciona una corriente suplementaria en caso de descenso de la temperatura del filamento de la bujía.

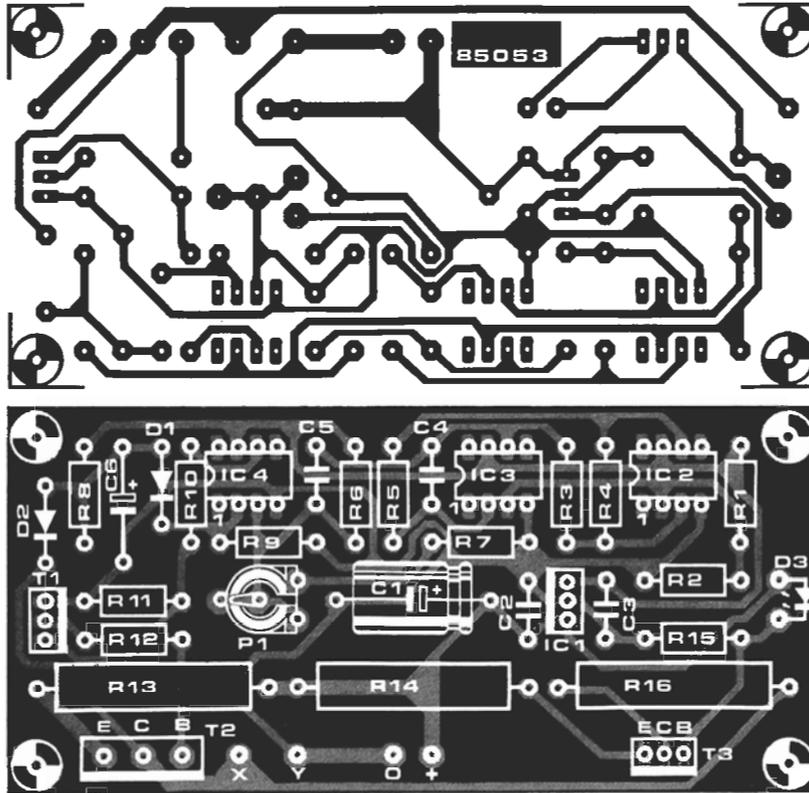


Figura 3. Representación del diseño del circuito impreso y de la serigrafía de la disposición de los componentes del modulador. Es preciso tener en cuenta la refrigeración correcta de los transistores T2 y T3.

Lista de componentes

Resistencias:

R1, R2, R3, R8, R9,
R11 = 10 k
R4 = 330 k
R5 = 120 k
R6 = 82 k
R7 = 4k7
R10 = 2k2
R12 = 33 Ω
R13 = 0,1 $\Omega/5$ W
R14 = 1 $\Omega/5$ W
R14 = 1 $\Omega/5$ W
R15 = 470 Ω
R16 = 4 $\Omega/5$ W

Condensadores:

C1 = 100 $\mu/16$ V
C2, C3 = 100 n
C4 = 47 n
C5 = 180 n
C6 = 1 $\mu/16$ V

Semiconductores:

T1 = BD 679
T2 = TIP 2955
T3 = BD 240
D1, D2 = 1N4001
D3 = LED rojo
(ver texto)
IC1 = 7808
IC2, IC3 = LF 356,
741
IC4 = CA 3140

Varios:

P1 = 5 k, ajustable
Radiador para T2 y T3
con 10 $^{\circ}$ C/W

sión se aplica a la entrada no inversora del comparador IC4.

La realización del generador de señales triangulares es un ejemplo de concisión: dos amplificadores operacionales de los más comunes (IC2 e IC3). El condensador C5, instalado a la salida del segundo amplificador operacional, suprime la componente continua de la señal de salida del generador, que se superpone posteriormente sobre una tensión de compensación de c.c. exacta de 400...800 mV, antes de aplicarse a la entrada inversora de IC4. La tensión de compensación se obtiene a partir del divisor de tensión ajustable R6/P1/R7. El punto de funcionamiento del montaje, y por consiguiente la temperatura de la bujía, puede ajustarse así, con una gran precisión, accionando P1. La salida del comparador IC4 se aplica a la etapa de potencia que constituye el par de transistores T1/T2, que es capaz de enviar a la bobina unos picos de corriente que pueden alcanzar hasta una magnitud de 8 amperios.

Para evitar las imprecisiones del dispositivo de control por an-

chura de impulso, la tensión de alimentación del generador de señales triangulares y del comparador está estabilizada por un regulador integrado (IC1) a 8 voltios, a partir de la alimentación general. La tensión de 12 V que se necesita para asegurar la alimentación del montaje puede ser suministrada por una batería. El montaje funciona perfectamente en tanto que la tensión suministrada por la batería no sea inferior a 10,5 V, valor que es bastante improbable de encontrar y no hay, pues, nada que temer por este lado.

Montaje

El pequeño número de componentes ha permitido realizar un montaje compacto, del que se suministra en la figura 3 el diseño del circuito impreso y la disposición de los componentes. Esta placa de circuito impreso facilita mucho la instalación de los componentes por lo que no habrá dificultad ninguna en la realización del montaje.

No obstante, hay que hacer dos puntualizaciones.

La primera es que los transistores T2 y T3 tienen una disipación bastante alta y por consiguiente, deben estar adecuadamente refrigerados. La mejor solución consiste en instalarles un radiador de calor común (¡no olvide las arandelas aislantes!). Un radiador que tenga una resistencia térmica de 10 $^{\circ}$ C/W permite una temperatura de funcionamiento ideal. Un segundo punto digno de atención es el de las conexiones. Puesto que la corriente que circula a través del filamento es del orden de varios amperios, resulta recomendable utilizar un hilo bastante grueso para las conexiones entre la batería y la placa de circuito impreso y entre esta última y la bujía. El área de la sección transversal del conductor no debe ser inferior a 2,5 mm².

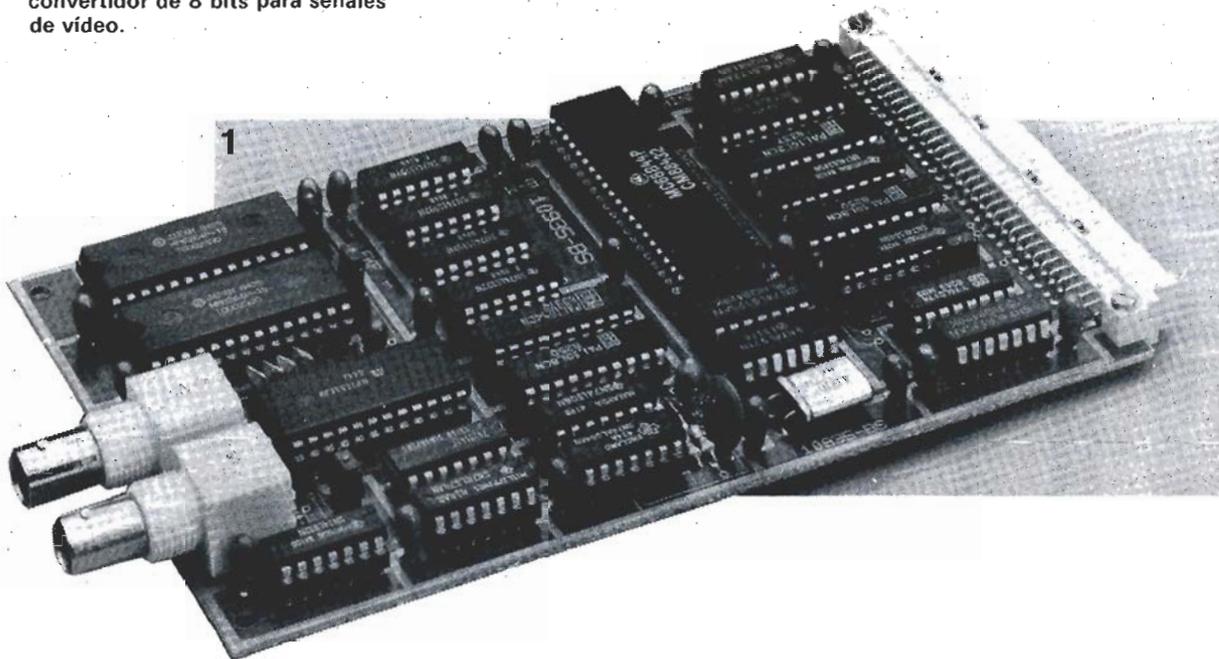
Funcionamiento

Este circuito no precisa calibración. Si ha utilizado la placa de circuito impreso y los componentes recomendados en la lista adjunta, no hay ningún motivo para que el modulador no funcione en su primera prueba. Si tiene algunas dificultades, compruebe si la tensión triangular está presente en la unión de IC3 y C5 y que su nivel es de unos 200 mV, y la frecuencia de 1200 Hz. En el otro borne de C5 (punto de unión de R6 y P1), además de la tensión triangular, debe existir una tensión continua ajustable entre 400 y 800 mV con el accionamiento de P1.

Tendrá necesidad de determinar, de forma experimental, la posición correcta de P1 para los diversos tipos de bujías. Para hacerlo, ajuste primero P1 a la resistencia mínima y luego, conecte la bujía a los terminales X e Y, antes de conectar la tensión de alimentación. Si no se ilumina el diodo D3, la bujía está defectuosa. Si se ilumina dicho diodo, gire P1 poco a poco hasta que el filamento tenga un brillo naranja rojizo. Solamente la práctica indicará si P1 necesita un pequeño ajuste correctivo.

Existen bastantes tipos de bujías en el mercado y sus características variables exigirán un diferente ajuste de P1 para cada una de ellas. Por consiguiente, si sustituye una bujía, será necesario comenzar de nuevo el ajuste de P1. ■

Figura 1. Placa comercial de un convertidor de 8 bits para señales de vídeo.



CONVERSION A/D Y D/A

Aunque los sistemas digitales son cada día más abundantes, el mundo que nos rodea es principalmente analógico. El tratamiento digital de las señales ofrece posibilidades casi ilimitadas; sin embargo la mayor parte de las magnitudes que son procesadas pertenecen al tipo de variación continua (analógicas): temperatura, presión, velocidad, luminosidad, tensión, etc. En sentido inverso, el resultado del tratamiento debe ser reinyectado en el mundo analógico. Por ello la importancia de los convertidores analógicos/digitales (A/D) y digitales/analógicos (D/A) crece cada vez más. Este artículo está dedicado a las diferentes modalidades actuales.

Un importante fabricante de convertidores A/D y D/A indica en la introducción: "este catálogo describe 34 modelos de convertidores A/D y D/A diferentes. Si ninguno de ellos se adapta a sus necesidades, hay más de 92 tipos disponibles, cuya información se suministra bajo pedido". Las principales diferencias entre estos modelos estriban en los métodos de conversión, las aplicaciones, tecnologías de fabricación, y tipos de encapsulado. No nos detendremos aquí en el encapsulado (para el margen de temperaturas comercial el 99,9% están encapsulados en plástico) ya que no influye en sus características finales, ni en la tecnología (la CMOS es la más utilizada).

El tratamiento de la información

El esquema típico de un sistema de tratamiento de información se muestra en la figura 2. Podemos suponer que se trata de un robot que tiene que identificar un objeto; para ello dispone de un órgano de visión, por ejemplo una cámara. La magnitud física cuyas variaciones constituyen la información a tratar no es otra que la luz. El circuito captador se encarga de transformar la cantidad de luz instantánea en una señal eléctrica analógica que, una vez filtrada convenientemente, se transforma en un valor numérico. Un sistema de microprocesador

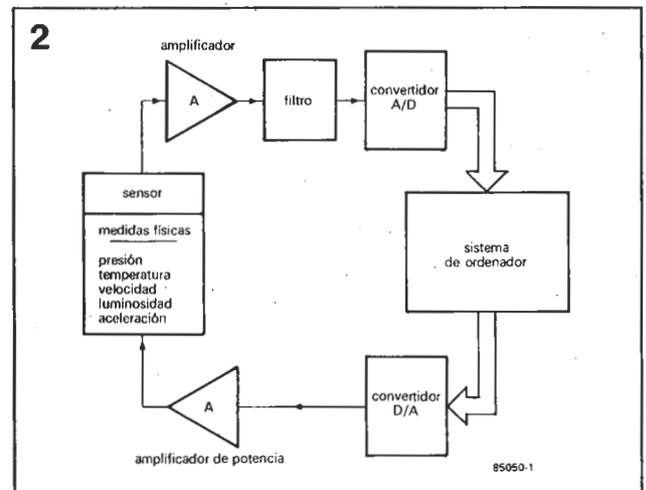


Figura 2. Esquema de un sistema de proceso de datos. Las magnitudes analógicas son convertidos previamente en señales eléctricas por los sensores.

Los convertidores analógicos-digitales son también llamados codificadores, digitalizadores o cuantificadores.

A los convertidores digitales-analógicos se les denomina habitualmente como convertidores monolíticos D/A o decodificadores.

Figura 3. Diagrama de bloques y patillaje de un convertidor paralelo.

se encarga de realizar el tratamiento de los resultados proporcionados por el convertidor A/D; como resultado del tratamiento puede ser necesario realizar un movimiento en un sentido u otro. El microprocesador aplica entonces valores digitales a los convertidores D/A, donde son transformados de nuevo en señales eléctricas que, convenientemente amplificadas, se encargan de mover un mecanismo motorizado (movimiento de un brazo, enfoque del objetivo, dirección de la cámara). Como se observa en el proceso se

han realizado dos conversiones, lo que puede dar lugar a errores que no pueden ser olvidados.

Convertidores A/D

Los fabricantes hacen incapié sobre todo en la velocidad de convertidores. Pero ¿qué significa exactamente "velocidad de conversión 100 MHz" o "tiempo de conversión 100 ns"? ¿Cuáles son los criterios importantes en los convertidores? Veamos algunos

puntos clave para responder estas preguntas:

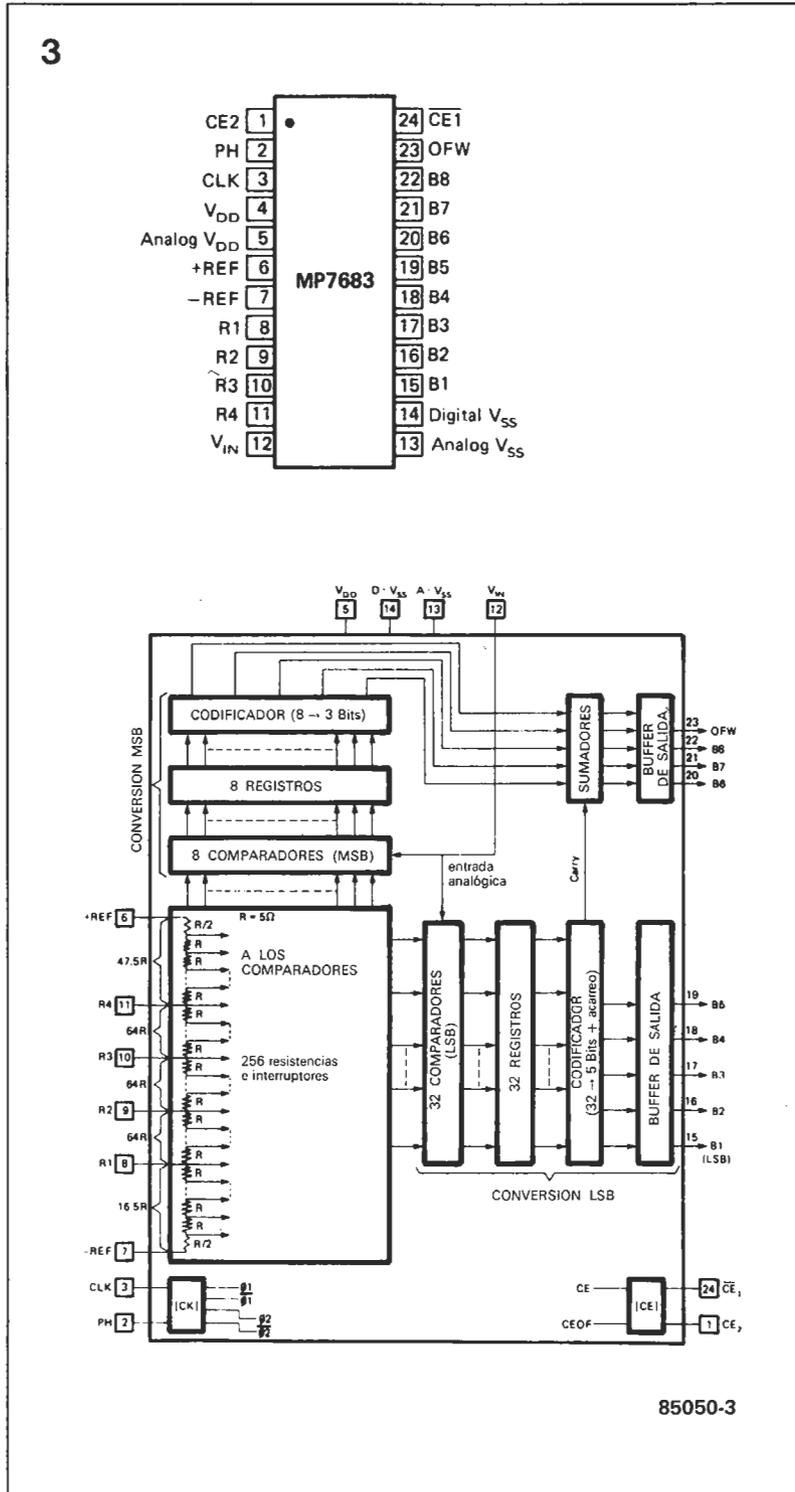
- Examinar con detalle la descripción de las señales de entrada y salida (impedancia, corriente y niveles tanto de entrada como de salida) para asegurarse que se adaptan a nuestras necesidades.
 - Velocidad de conversión (que no es la inversa del tiempo de conversión).
 - Descripción del interface.
 - Tolerancias y su influencia sobre la precisión del convertidor.
 - Deriva térmica (mucho más importante aquí que en cualquier otro campo de la electrónica).
- También hay que tener en cuenta otras condiciones de funcionamiento, como son:
- Naturaleza de la señal de entrada (rango útil, resolución, filtrado).
 - Error de linealidad tolerado.
 - Tiempos de conversión máximos permitidos.
 - Requisitos de estabilización de la(s) fuente(s) de alimentación.

No es mal programa para empezar; en este campo, más que en ningún otro, no hay que olvidar o menospreciar detalles y conocer bien el problema antes de abordar la solución.

Veamos primero los diferentes tipos de conversión utilizados, con un rápido repaso sobre sus principales ventajas e inconvenientes. Comencemos por los convertidores de doble rampa ("dual slope"), empleados ampliamente en los circuitos integrados para volímetros digitales. En diversos montajes de la revista se ha empleado el ICL 7106, uno de los más conocidos de este tipo.

El ciclo de conversión puede dividirse en dos fases: durante la primera se "integra" la señal de entrada durante un tiempo fijo (T1). La tensión de salida del integrador al final de T1 es proporcional a la tensión de entrada U_i . Al terminar esta fase, se aplica una tensión de referencia (U_r) al integrador, de forma que su salida disminuya. La integración continúa hasta que se alcanza el nivel de cero inicial. El tiempo (T2) empleado en esta segunda fase es proporcional a la tensión de entrada, mientras el tiempo T1 se mantiene fijo en cada conversión. Después de cada ciclo completo se cumple que: $U_i = U_r \cdot T_2 / T_1$.

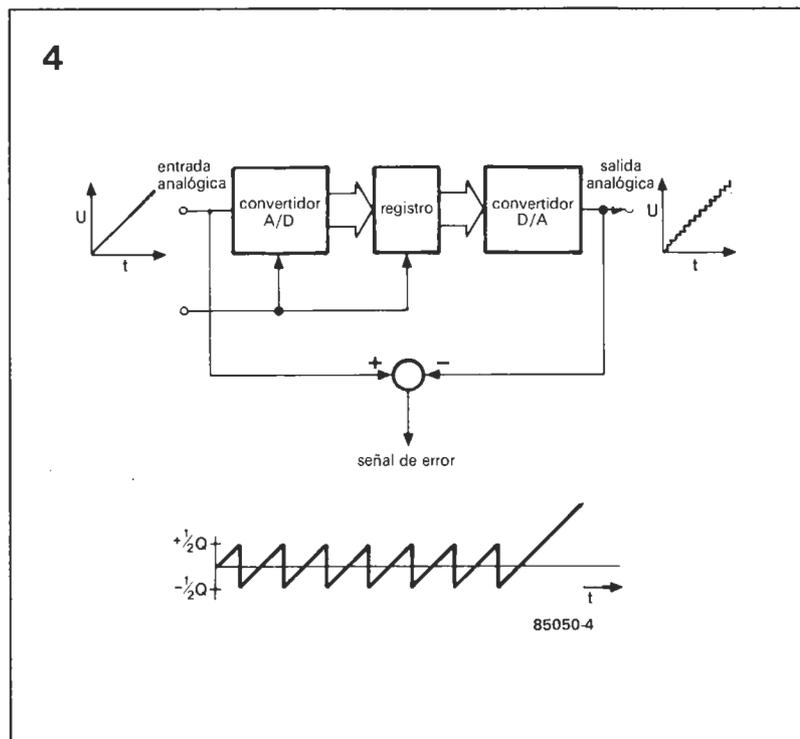
Si se mide en cada ciclo los tiempos T1 y T2, y la tensión U_r es razonablemente exacta, se puede determinar el nivel de la tensión analógica de entrada.



Las ventajas de los circuitos que emplean esta técnica son: precisión inherente, buena supresión de ruido, componentes externos sin necesidad de alta estabilidad o baja tolerancia, ausencia de errores de codificación y bajo precio. El principal defecto es la lentitud de la conversión: de 3 a 100 conversiones por segundo; para los voltímetros digitales esto no es un inconveniente importante, incluso en ocasiones es un efecto deseable.

El segundo procedimiento es el de aproximaciones sucesivas. Esta técnica (serie) no es la más rápida, pero es sencilla y de bajo precio por ello se emplea ampliamente en sistemas que requieren un compromiso entre velocidad y precio. El procedimiento de aproximación sucesiva utiliza un convertidor digital/analógico realimentado. Se comienza activando el bit de mayor peso (MSB) y comparando la entrada analógica con la salida del convertidor; si ésta es mayor se pone a cero este bit (si es menor se coloca a uno el bit) y se continúa con el siguiente bit menos significativo, hasta finalizar con el bit de menor peso (LSB). Cuando se ha procedido de esta forma con todos los bits, finaliza la conversión y se puede comenzar un nuevo ciclo. Una descripción más extensa de este procedimiento se dará en nuestro artículo "interface A/D" que publicaremos en febrero. La velocidad típica de estos convertidores es de unas 100.000 conversiones/segundo. Sus principales inconvenientes son: necesidad de componentes externos de alta estabilidad; son posibles errores de codificación y el ajuste de cero es delicado. Afortunadamente los integrados de este tipo suelen incorporar el amplificador de muestra y retención ("sample hold"), comparador, referencia de tensión, y calibrado automático de cero.

Un tercer procedimiento, que por su novedad todavía no hemos tratado, es el llamado paralelo o "flash". Este método necesita 2^{n-1} comparadores, para n bits de información. Debido al elevado número de comparadores necesarios sólo recientemente, gracias a los avances en alta escala de integración (LSI), ha sido posible incorporarlos en un integrado. Un ejemplo de este tipo se ilustra en la figura 1 (en la cual sólo uno de los integrados es el convertidor desde luego). La tarjeta de interface mostrada está diseñada para tratamiento de señales tipo vídeo,



en aplicaciones de robótica o radares meteorológicos. Algunos datos elocuentes: su velocidad de adquisición alcanza hasta 5 MHz, la resolución de 8 bits, y el tiempo de conversión de 200 ns. Existe un interface con posibilidad de acceso directo a memoria (DMA) compatible con procesadores de la familia 6809 y 68008.

Los detalles del convertidor que usa esta placa se encuentran en la figura 3. La señal de entrada aplicada en la patilla 12 se lleva a dos etapas diferentes; la primera etapa consiste en ocho comparadores, ocho registros tampón, un codificador y cuatro salidas que generan los tres bits más significativos. Los cinco bits menos significativos (LSB) se generan en la segunda etapa, que contiene 32 comparadores y registros tampón, un codificador, y cinco etapas de salida. La disipación de potencia con esta disposición en dos etapas es menor que si se realiza en una sola.

La tensión de referencia para

las 256 resistencias se conecta entre los pines 6 y 7; las tomas de las resistencias van conectadas a las entradas inversoras de los 40 comparadores. El integrado incorpora varias señales de control: CLK (reloj), PH (polaridad del reloj), $\overline{CE1}$ (selección de las salidas triestado B1 a B8), CE2 (selección de las salidas B1 a B8 y OFW).

La salida OFW puede ser usada como noveno bit, o bit de acarreo, en caso de conectar dos integrados en cascada; se obtendrá así el código binario 10 000 000 cuando la tensión de entrada sea de 2,56 voltios y la de referencia 5,12. La conversión se realiza con cada flanco, de subida o bajada en función de PH, del reloj.

La ventaja principal de este método es su velocidad que puede alcanzar los 5 MHz. Su mayor inconveniente es la necesidad de utilizar más circuitos, y por tanto, más espacio, que las otras dos técnicas mencionadas anteriormente.

Antes de pasar a los converti-

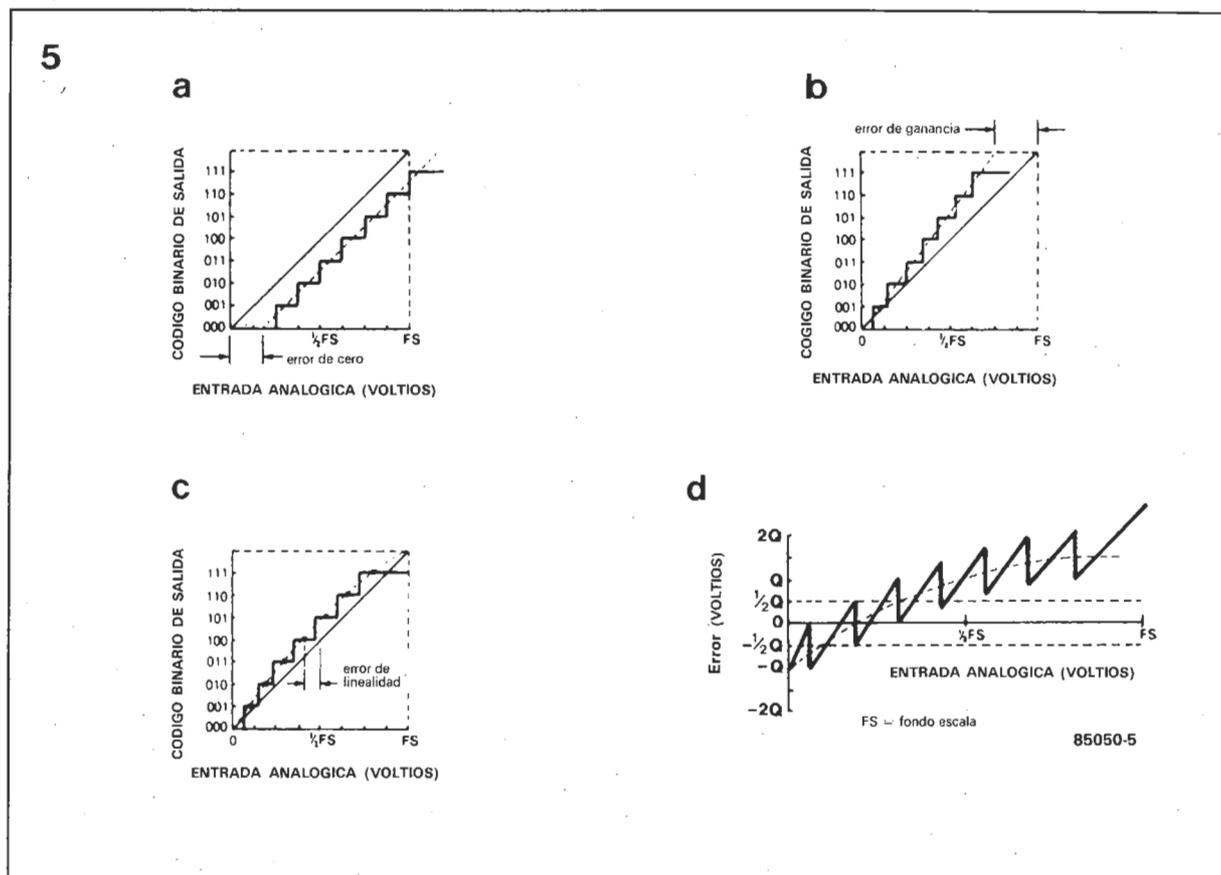
Figura 4. La codificación y decodificación (a) introduce un error de cuantificación inevitable (b).

Tabla 1.

resolución (n)	pasos (2^n)	peso binario (2^{-n})	Q para 10 V FS	relación S/N (dB)	rango dinámico (dB)	nivel máx. de salida para 10 V FS (V)
4	16	0,0625	0,625 V	34,9	24,1	9,3750
6	64	0,0156	0,156 V	46,9	36,1	9,8440
8	256	0,00391	39,1 mV	58,9	48,2	9,9609
10	1024	0,000977	9,76 mV	71,0	60,2	9,9902
12	4096	0,000244	2,44 mV	83,0	72,2	9,9976
14	16384	0,0000610	610 μ V	95,1	84,3	9,9994
16	65536	0,0000153	153 μ V	107,1	96,3	9,9998

FS = fondo de escala

Figura 5. Errores prácticos de un convertidor A/D: cero (a), ganancia (b) y linealidad (c). Su combinación introduce un error de cuantificación (d).



dores D/A creemos conveniente precisar algunos conceptos importantes.

Error de cuantificación

Este error está asociado a la propia estructura de los converti-

dores A/D y D/A; en efecto los convertidores no tienen una variación continua, analógica, de la señal, sino una división finita en pasos, bits. Toda variación menor que este paso (Q) es simplemente ignorada, por lo que siempre existe un error de cuantificación, máximo, de medio paso ($\pm Q/2$). En la figura 4 se observa este efecto, en forma de una señal analógica en rampa, convertida en señal di-

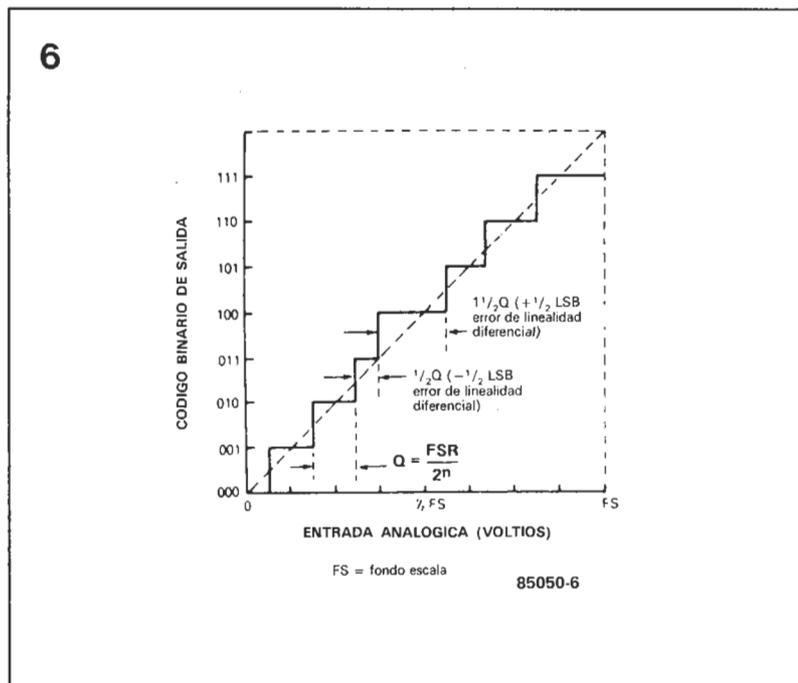
gital y vuelta a convertir en analógica. La señal de salida es igual a la de entrada, más el error de cuantificación; este error puede ser considerado como la salida r.m.s. de un generador de ruido, $U_g = Q/\sqrt{12}$, superpuesta a la señal de entrada.

Esta propiedad es de particular interés en el caso de los circuitos de audio por modulación de pulsos codificados (PCM). La tabla 1 muestra cómo la relación señal/ruido, y el rango dinámico, se mejora ampliamente cuanto más aumenta la resolución. Resulta claro que el empleo de convertidores de 16 bit presenta la solución óptima, aunque en ocasiones se usan de 14 bit, por tener un rango dinámico de 96,3 dB y una relación señal/ruido de 107,1 dB.

Errores de ganancia, cero y linealidad

Las curvas que representan estos tres errores se ilustran en la figura 5. Se aprecia que, con el conjunto de ellas, el error total de cuantificación es superior al de la figura 4, y no es precisamente lineal. El error total no es causado únicamente por el sistema, ya que intervienen principalmente factores externos, como la dependen-

Figura 6. Cuando no hay error de linealidad diferencial cada paso es igual a Q ; en caso contrario cada paso puede ser igual a $Q/2$ LSB.



cia de la temperatura, y de técnicas de producción. El error de cero ("offset") no deforma la señal, pero la desplaza con relación a la respuesta ideal.

El error de ganancia, figura 5 b, es un error de escala, esto es la diferencia entre la pendiente del convertidor y la señal ideal.

El error de linealidad puede a su vez descomponerse en dos tipos: el primero es el error integral de linealidad, indicado en la figura 5c; este error representa la máxima desviación entre la respuesta ideal y la línea recta que une los puntos extremos de las características de transferencia del convertidor. El otro es el error de linealidad diferencial, figura 6, definido como la máxima desviación de cada paso con respecto a la respuesta ideal; este error se calcula por la fórmula $FS/2^n$; donde FS = fondo de escala y n = resolución en bits.

Convertidores D/A

La conversión D/A puede ser efectuada por varios métodos, de los que sólo estudiaremos los dos más importantes. El primero es el sistema de salida en corriente (multiplicativo), representado esquemáticamente en la figura 7. Los bits son convertidos en corrientes constantes I_0 e I_1 ; cuando el bit está a lógica alta (1) ambas son iguales, y la salida del amplificador diferencial es nula. Cuando el bit se pone a estado bajo (0) las corrientes son diferentes y, por tanto, la tensión de salida no es nula. La salida del operacional debe ser mantenida por un circuito tipo muestra y retención ("sample hold"), para evitar los parásitos durante los cambios de valor, al cual sigue un filtro paso-bajo, que evita cualquier resto del ruido, antes de llegar a la salida. Esta disposición, figura 7, es la típica de un sistema de audio digital, por ejemplo un compact disc; la distorsión máxima es de sólo 0,005% con una banda pasante de 20 KHz y un rango dinámico de 96 dB.

El segundo método se basa en una red de resistencias tipo R-2R, como se muestra en la figura 8. Las resistencias pueden ser conectadas a la tensión de referencia, U_{ref} , o a masa. La corriente fluye a través de la red de resistencias, donde es dividida por dos en cada unión; por tanto la corriente que aporta tiene un peso

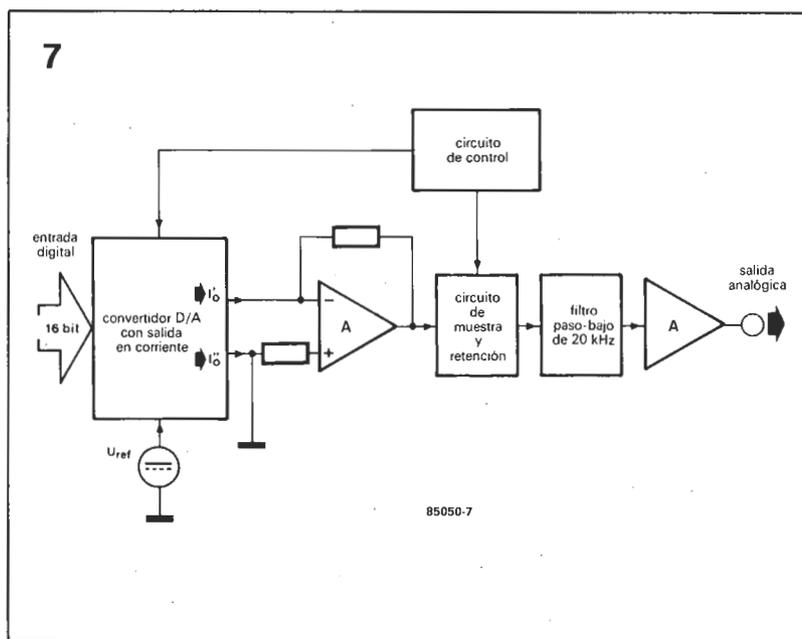


Figura 7. Ejemplo de conversión D/A con alta resolución; los 16 bits del sistema de audio PCM son codificados previamente (en el disco) y luego decodificados en el reproductor.

binario en función del número de uniones que atraviesa hasta llegar a la salida. La tensión en la resistencia R_a es, por tanto:

$$U_a = U_{ref}/2^1 + U_{ref}/2^2 + \dots + U_{ref}/2^n$$

donde n es el número de ramas. La tensión de salida puede ser comparada, en pasos, con una entrada analógica mediante un comparador rápido, actuando así como convertidor A/D.

Los convertidores D/A de 16 bits existen igualmente con una configuración mixta: paralelo y multiplicativo. Los cuatro bits de mayor peso se transforman por conversión multiplicativa, los restantes por conversión paralelo.

Resumen

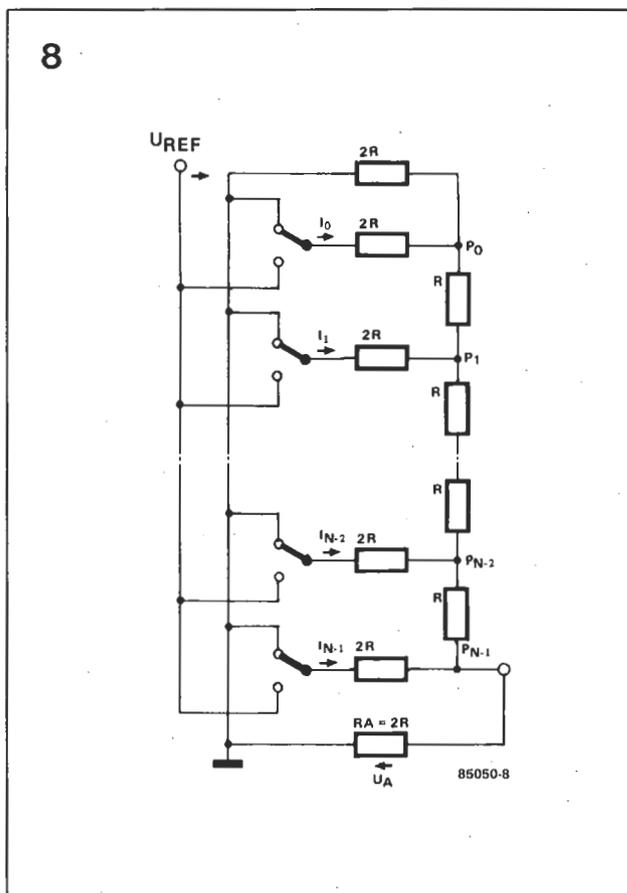
En la búsqueda del convertidor ideal para una aplicación hay que llegar a un compromiso entre precio y calidad. Cuanto mayor sea la velocidad o resolución del convertidor mayor será su precio; el aumento de precio en función de la resolución (con la consiguiente precisión) no tiene una reacción lineal; ¿será, tal vez, debido a un error de linealidad en las curvas precio/calidad? Un convertidor integrado de 16 bits, rápido y con bajos errores, puede llegar a tener un precio de unas 100.000 pesetas.

Si no se desea llegar a un coste tan elevado y puede utilizar una resolución menor, le recomendamos el montaje de un convertidor de 8 bits, "Interface A/D", que publicaremos en nuestro próximo número.

Literatura

Full Line Catalog 1984 and Application Notes Micro Power Systems, Santa Clara, USA
Data Acquisition Handbook Intersil, Cupertino, USA
A/D and D/A Conversion Manual Motorola
Data Book of Analogue Devices Burr-Brown; Harris; National Semiconductor

Figura 8. Diagrama de bloques de un convertidor tipo R-2R.





CLEPSIDRA

Presentamos un auténtico temporizador, muy versátil por sus múltiples aplicaciones, que permite programar para cada día del año ocho salidas conmutables; repetición de funciones; la facilidad de acceder a no menos de 149 ciclos de conmutación múltiples, o 199 sencillos; un calendario perpetuo que le dirá al momento en qué día de la semana caerá el 28 de octubre del 2001; un panel frontal con un teclado de membrana incorporado; y mucho más...

Para empezar, es nuestra intención tranquilizar al lector que después de la introducción haya pensado en la dificultad que debe suponer el uso de tan sofisticado aparato. No hay por qué preocuparse, el temporizador ha sido diseñado pensando, sobre todo, en una operación sencilla y potente, de forma que con media hora de aprendizaje será suficiente para hacerse con el manejo del temporizador.

Los años bisiestos se han tenido en cuenta en la programación,

por lo que en todo momento se muestran la hora y la fecha correctas, sin tener que hacer correcciones de ningún tipo. Existen ocho salidas que pueden ser conmutadas manual o automáticamente. El estado de las salidas se muestra continuamente en el panel frontal.

El calendario perpetuo ha sido programado hasta el 1 de enero del año 2100, aunque mucho nos tememos que antes de esa fecha, nuestro temporizador habrá sido inevitablemente devorado por la

vejez y la obsolescencia. Si desea saber en qué día de la semana cae su próximo cumpleaños, no tiene más que teclear la fecha y el LED correspondiente a dicho día lucirá.

Las salidas del temporizador pueden ser programadas de numerosas formas. Por ejemplo: el 28 de octubre se conectará la salida 2 desde las 9 a las 11 de la noche; el 12 de febrero se conectarán las salidas 1,3 y 5 a las 7 de la tarde, permaneciendo en este estado hasta las 3 horas y 15 minutos del 18 de agosto, etcétera. Estos ejemplos corresponden a conmutaciones sencillas en las que cada salida es conectada y desconectada una sola vez por ciclo. El número de salidas que pueden ser conmutadas por ciclo es de 1 a 8. El temporizador puede almacenar hasta 199 de estos ciclos. También pueden confeccionarse programas con ciclos múltiples de conmutación. Por ejemplo: las salidas 3 y 4 se conectan todos los días durante enero, febrero y diciembre a las 7 horas y 30 minutos de la mañana, para desconectarse media hora después; las salidas 1,6 y 7 se conectarán cada sábado y domingo de julio y agosto desde las 12 de la mañana a las 10 de la noche; la salida 2 se conecta desde las 7 de la tarde hasta la me-

¡Temporizador programable con un montón de prestaciones!

dia noche el primer día de cada mes, pero siempre que dicho día caiga en lunes; la salida 5 se conectará de 8 a 9 de la mañana los días 2, 3, 8, 24 y 30 de septiembre; etcétera. El temporizador puede almacenar hasta 149 ciclos de conmutación de este tipo. Cuando se combinen ciclos sencillos con ciclos múltiples, el número que puede ser almacenado está entre 149 y 199, dependiendo de la combinación. El temporizador indicará cuándo está llena su memoria.

Descripción del circuito

Aunque el temporizador contiene un número considerable de componentes, no hay mucho que decir sobre el circuito. Esencialmente, el temporizador está constituido por un pequeño microprocesador y la circuitería para controlar un display, un teclado y unos cuantos LEDs.

La CPU (unidad central de proceso) es el microprocesador 6809

de Motorola. El programa del temporizador está contenido en IC3, una EPROM tipo 2732. Los datos se almacenan en IC2, que es una RAM CMOS tipo 6116. IC4 es una VIA (adaptador versátil de interface) tipo 6522 que se encarga de la comunicación con el display y el teclado.

La entrada de reset de la CPU (RES), se encuentra conectada a una red RC que asegura la inicialización del circuito tras el encendido. Del secundario del transformador y a través de T1, se obtie-

Figura 1: Diagrama del circuito del temporizador.

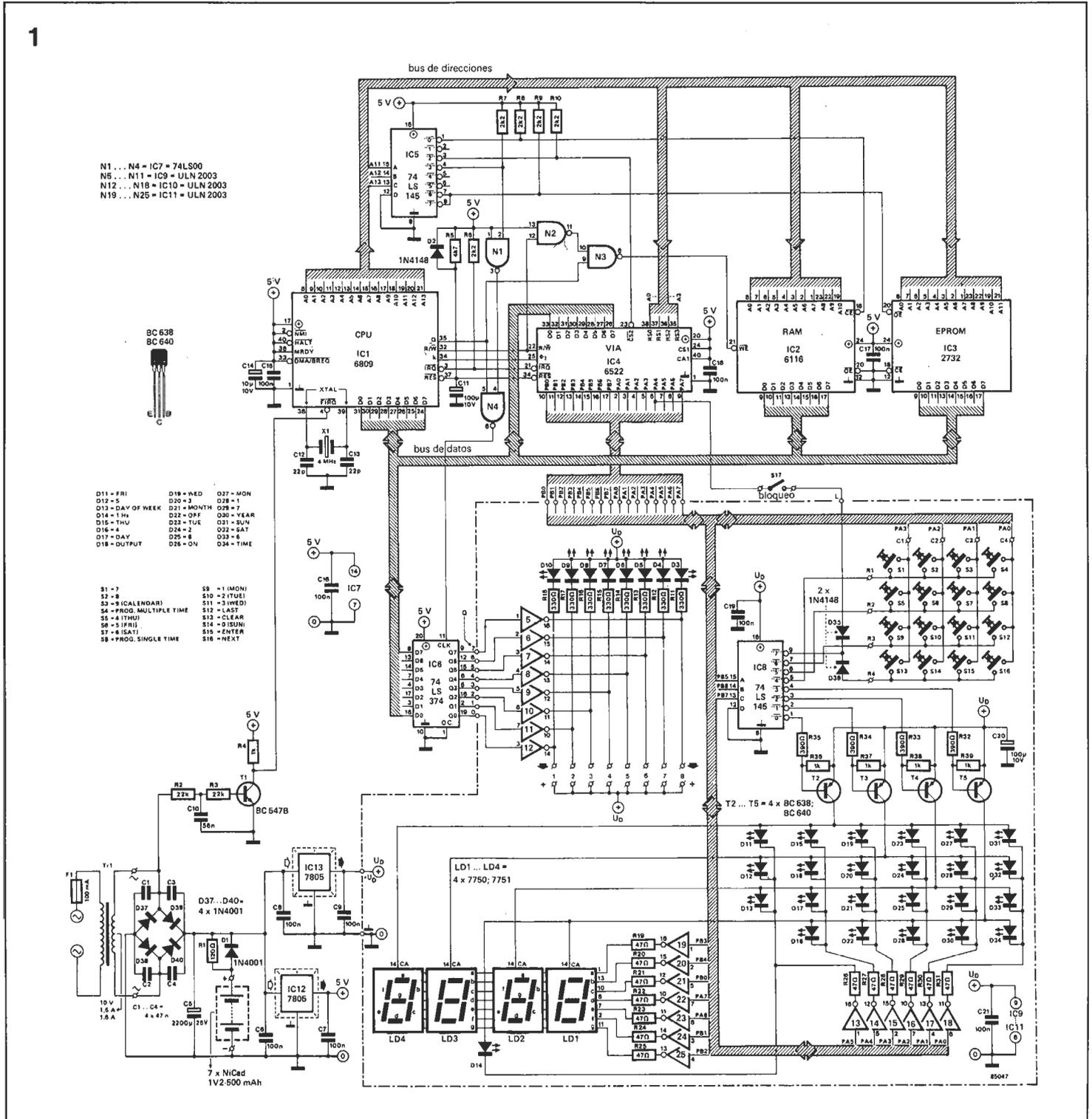
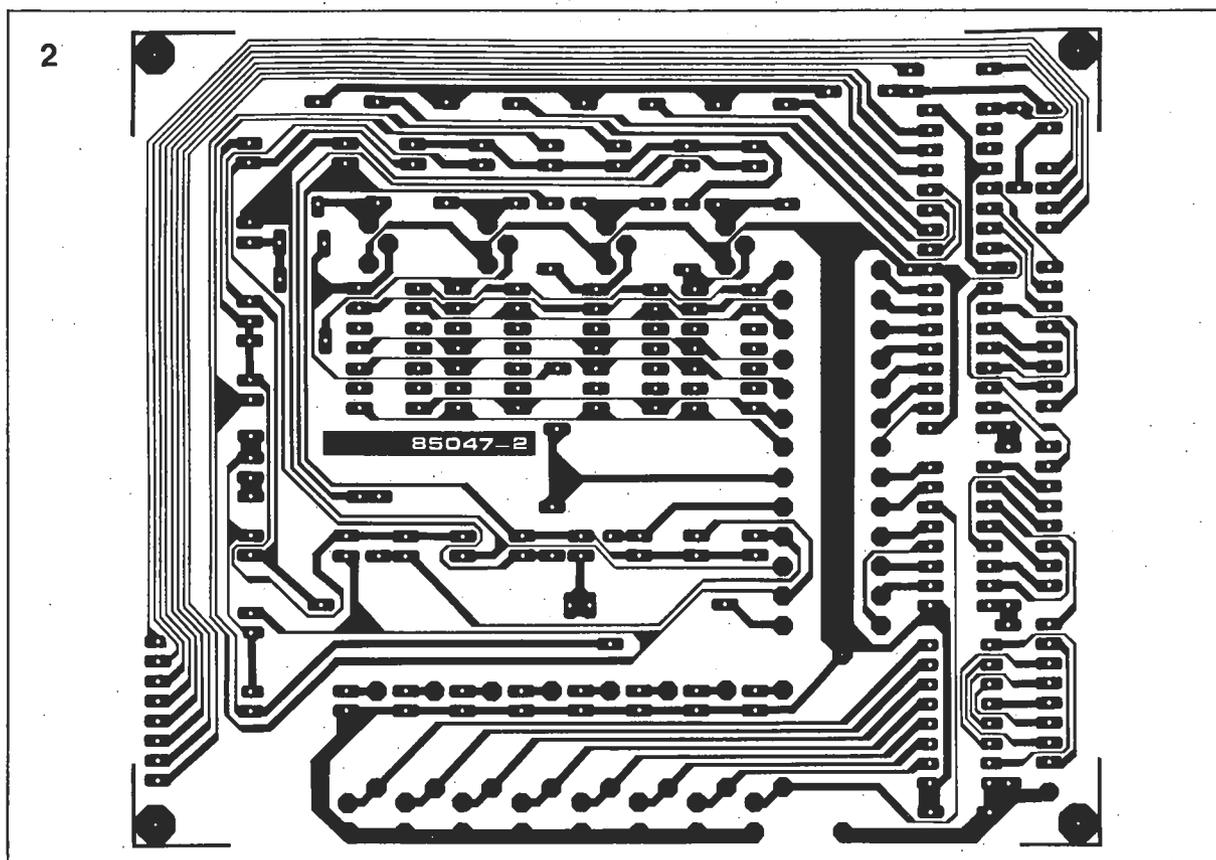


Figura 2: Placa de circuito impreso del display.



ne una señal de 50 Hz, que conectada a la entrada de interrupción de la CPU (FIRQ), sirve a esta de referencia para el reloj del temporizador. En caso de fallo en la alimentación de la red, el temporizador continua trabajando alimentado por acumuladores NiCd,

tomando entonces como referencia la frecuencia del reloj del μ marcada por el cristal de cuarzo X1. Al mismo tiempo, los displays se apagan para reducir al mínimo el consumo de corriente.

El decodificador de direcciones, basado en IC5, es bastante senci-

llo; utiliza las líneas A11...A13 del bus de direcciones para seleccionar la RAM con la salida "0", la EPROM con la "6" y la "7", la VIA con la salida "2" y por último, IC6, que es un latch que almacena el estado de las ocho salidas, es seleccionada por la sali-

BCD = decimal codificado en binario

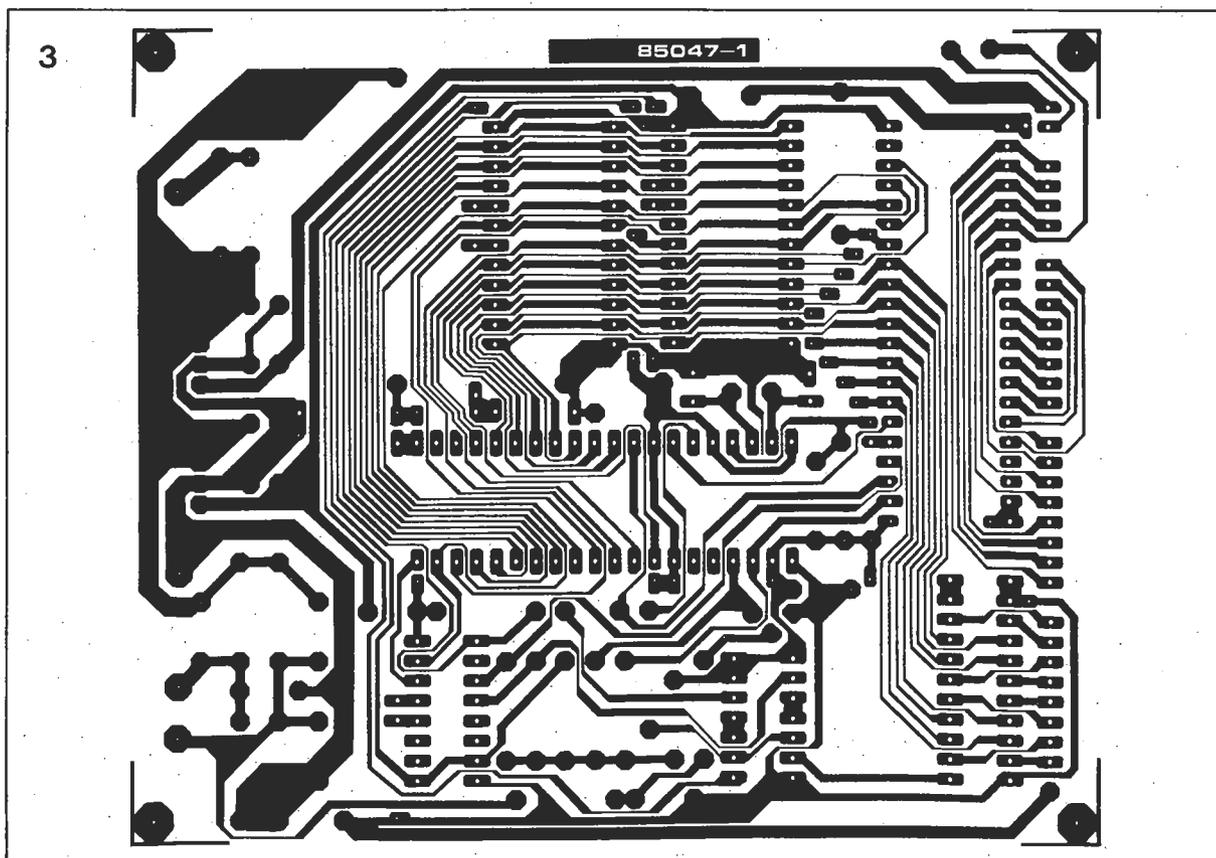
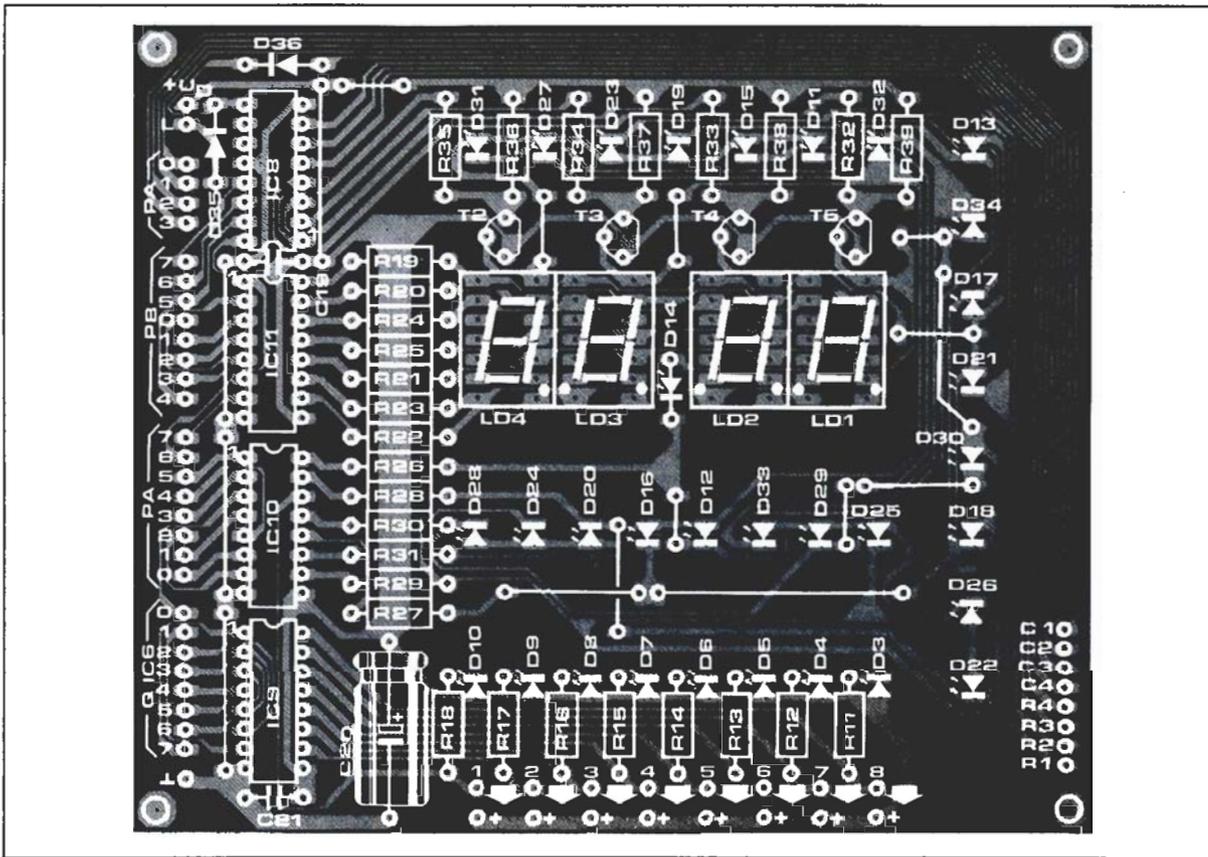


Figura 3: Placa de circuito impreso del procesador.



Lista de componentes

Resistencias:

R1 = 120 Ω
 R2, R3 = 22 k
 R4, R36... R39 = 1 k
 R5 = 4k7
 R6... R10 = 2k2
 R11... R16 = 330 Ω
 R19... R31 = 47 Ω
 R32... R35 = 390 Ω

Condensadores:

C1... C4 = 47 n
 C5 = 2200 μ/25 V
 C6... C9, C15... C19,
 C21 = 100 n
 C10 = 56 n
 C11, C20 = 100 μ/10 V
 C12, C13 = 22 p
 C14 = 10 μ/10 V

Semiconductores:

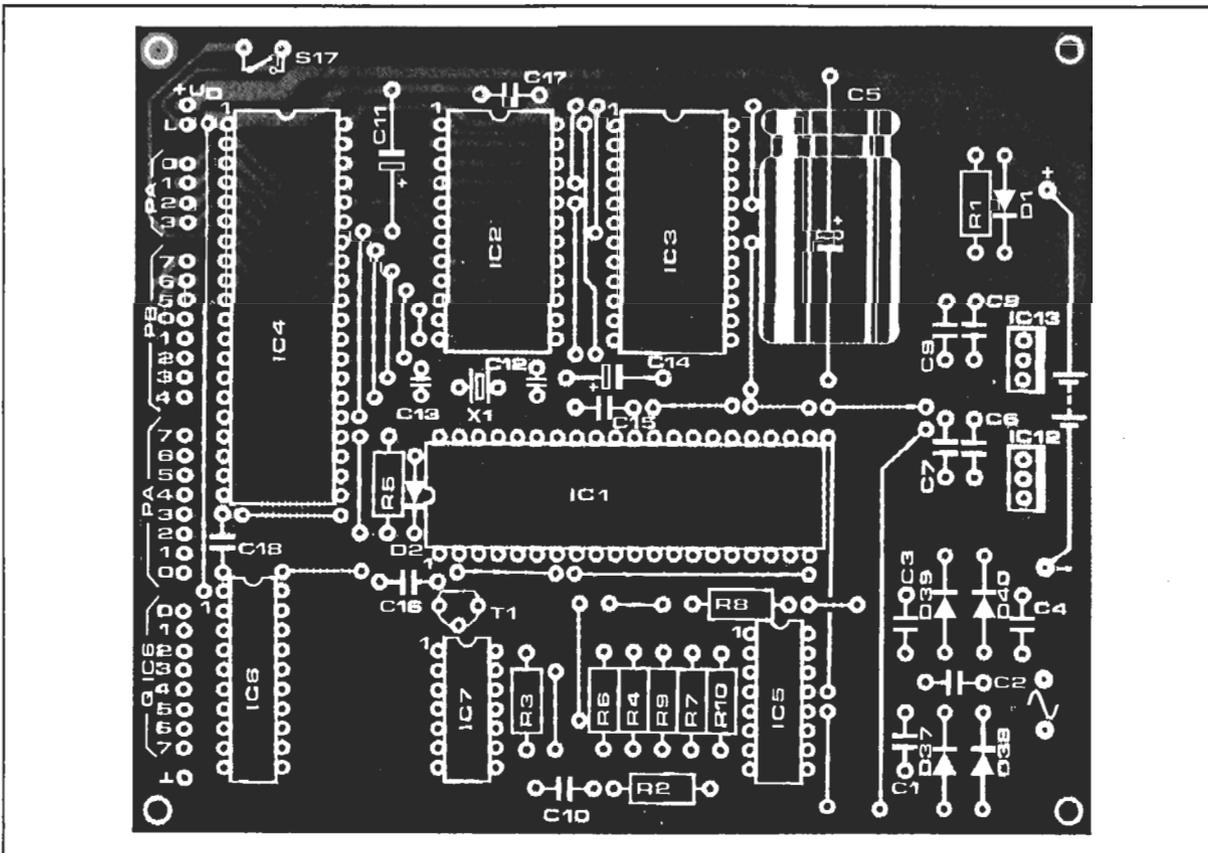
D1, D37... D40 =
 = 1N4001
 D2, D35, D36 =
 = 1N4148
 D3... D13,
 D15... D34 = LED,
 rojo, 5 mm
 D14 = LED, rojo,
 3 mm
 T1 = BC 547B
 T2... T5 = BC 638
 o 640
 IC1 = 6809
 IC2 = 6116
 IC3 = 2732
 IC4 = 6522
 IC5, IC8 = 74LS145
 IC6 = 74LS374
 IC7 = 74LS500
 IC9, IC10,
 IC11 = ULN 2003
 IC12, IC13 = 7805

da "3" del decodificador de direcciones a través de las puertas N1 y N4. Las salidas del latch están conectadas a unos buffers, N5...N12, encargados de excitar los relés o los circuitos de control manejados por el temporizador. Cada buffer puede suministrar

hasta 80 mA. Teniendo en cuenta que la salida del buffer es activa a nivel bajo, si se desea actuar sobre un relé, habrá que conectarlo entre el positivo de la fuente de alimentación y dicha salida. Para tal fin se ha previsto en la placa de circuito impreso una conexión

a +5 junto a cada una de las ocho salidas.

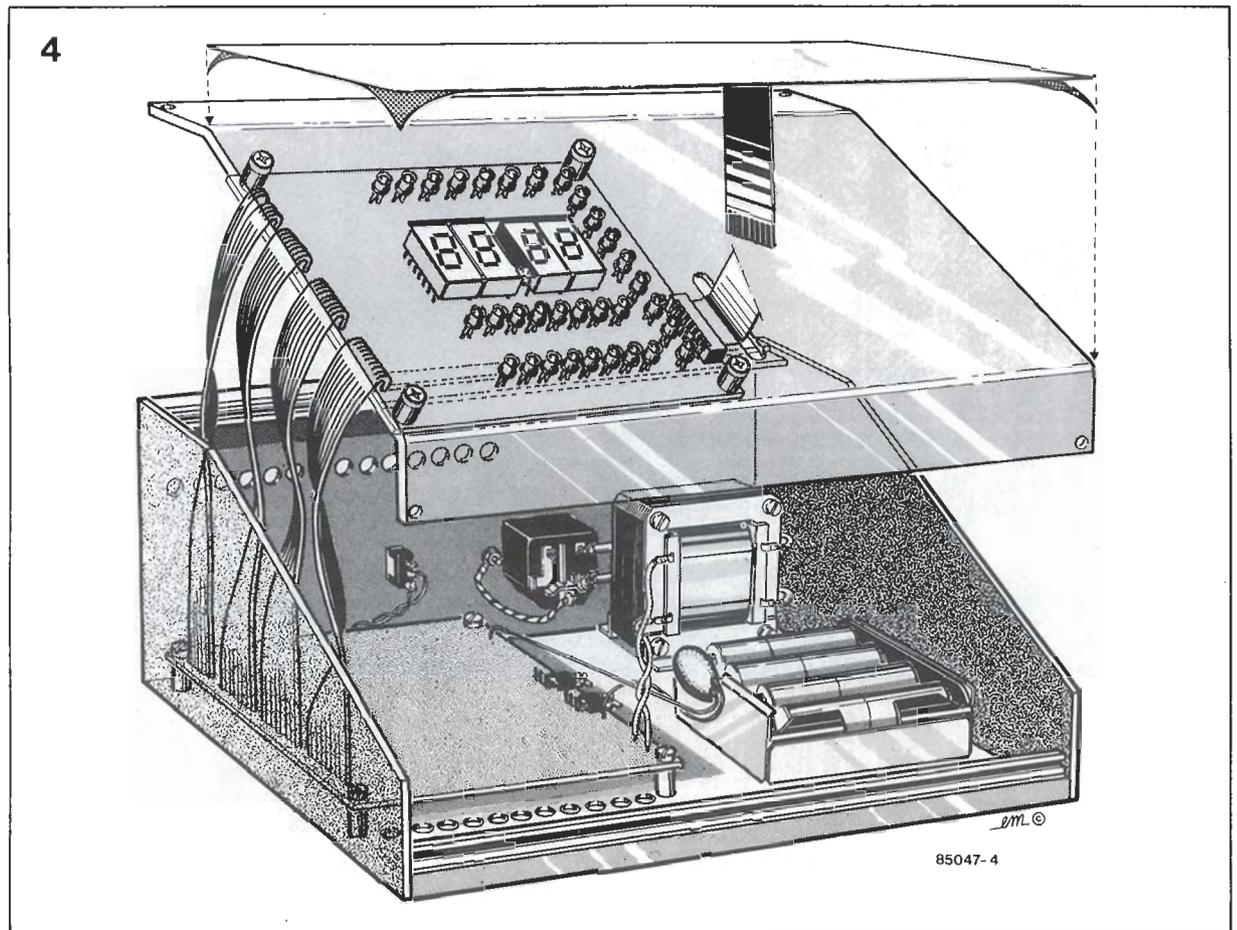
Los LEDs D3...D10 indican el estado de las salidas del temporizador. Los LEDs restantes, D11...D13 y los displays de 7 segmentos, se controlan por las líneas de la VIA (IC4) PA0...PA7 y



Varios:

S1... S16 = 16 teclas integrada en el panel frontal
 S17 = interruptor simple, preferible tipo llave
 F1 = fusible lento y portafusibles
 LD1... LDS = display siete segmentos, ánodo común, tipo 7750 ó 7751
 X1 = cristal 4 MHz
 T1 = transformador de red con secundario 10 V/1,5 A
 Conector hembra 8 contactos en ángulo recto, por ejemplo Moltex 7583-CNA-08
 Panel frontal 85047 -
 165 x 90 mm
 PCB 85047-1 -
 125 x 105 mm
 PCB 85047-2 -
 125 x 105 mm
 7 pilas NiCd de 1,2 V/0,5 Ah

Figura 4: Posible distribución de los módulos que constituyen el temporizador en el interior de la caja.



PB0...PB7. Las líneas PB5...PB7 se encuentran también conectadas a un decodificador BCD-decimal (IC8). Las salidas "4" y "7" de dicho decodificador son utilizadas por el teclado, mientras que las salidas "0"... "3" controlan a través de los transistores T2... T5 el multiplexado de los displays y de los LEDs D11... D34. Las puestas N19... N25 son las que atacan los segmentos de los displays, mientras que N13...N18 hacen lo propio con los LEDs.

Asociado al teclado hay un interruptor, S17, que cuando está abierto impide que se haga cualquier modificación en los programas que hayan sido introducidos en la memoria del temporizador. Situando este interruptor fuera de la vista puede impedirse la operación por parte de algún "intruso".

La fuente de alimentación incorpora dos reguladores de tensión de +5 V; uno para alimentar LEDs y displays, y el otro para el resto del circuito. En caso de fallo de la alimentación de la red, LD1...LD4 y D3...D34 son desconectados. La duplicidad de reguladores de tensión, aparte de ser necesaria por el consumo total del circuito, protege a este de los pulsos parásitos provocados por el multiplexado de los displays y de los LEDs.

Los acumuladores NiCd de reserva proporcionan una alimentación de emergencia a través de D1 en caso de fallo en el suministro de corriente alterna, mientras que en funcionamiento normal, se mantienen en carga gracias a la corriente de goteo que reciben a través de R1. El consumo de corriente en caso de fallo de la red, se sitúa entre 250 y 300 mA, por lo que los acumuladores serán capaces de alimentar al temporizador alrededor de una hora.

Montaje

Es conveniente montar el temporizador en una caja con una de sus caras inclinada, tal como se muestra en la figura 4.

Todos los componentes de sueldan en dos placas de circuito impreso de dimensiones 125 x 105 mm. Una de las placas contienen los displays de 7 segmentos, los LEDs y la circuitería de control asociada (figura 2), mientras que en la otra se encuentra el resto del circuito (figura 3). Comencemos por el montaje de esta última placa. Es recomendable emplear para los circuitos integrados unos zócalos de buena calidad. Para los puentes debe usarse un hilo no demasia-

do fino. Los reguladores de tensión se insertarán por el lado de las pistas con sus caras de plástico mirando hacia el borde de la placa. Después de soldarlos, se doblarán hacia fuera de la placa formando con sus placas un ángulo de 90 grados, de forma que sus caras metálicas queden a unos 10 mm por debajo de la placa (ver figura 6).

Llega ahora el turno de la placa de los displays. Al igual que antes, recomendamos la utilización de unos buenos zócalos para los circuitos integrados, así como un hilo no demasiado fino para los puentes. Los LEDs deberán soldarse de forma que queden al mismo nivel que los displays de 7 segmentos.

La caja deberá tener unas dimensiones apropiadas para el panel frontal autoadhesivo, que contiene el teclado. Dicho panel ha sido concebido para facilitar al máximo la construcción del temporizador y proporcionar un acabado más estético (figura 5). La placa de los displays se monta directamente bajo la cara de la caja que contiene el panel frontal, de forma que ni los displays ni los LEDs sobresalgan de los agujeros realizados en dicha cara con el fin de que sean visibles desde el exterior (ver figura 4). La placa del

Tabla 1: Listado en hexadecimal del programa del temporizador contenido en la EPROM.

000-CC	00	00	1F	01	ED	B1	BC	400-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	800-01	26	02	0C	A8	7E	38	22	C00-ED	05	86	03	97	C5	12	0F
008-08	00	26	F9	03	AF	10	CE	408-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	808-86	80	0C	0A	FD	10	00	FF	C08-B2	39	01	06	26	14	C1	07
010-0C	00	AE	86	13	BF	10	CE	410-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	808-86	0C	0A	FA	96	FA	B1	04	C10-24	F7	B6	01	5A	2B	03	4B
018-0C	00	AE	86	13	BF	10	CE	418-96	B2	8E	36	B7	A6	B6	96	428-08	00	0D	76	B3	B1	07	25	C28-27	05	EC	08	DD	B2	39	DF		
028-0B	84	C0	17	0E	C	EF		428-08	97	DA	96	B2	81	07	25	430-05	8B	93	19	20	F7	9B	DA	830-06	BD	3E	C8	7E	31	80	7F		
030-04	BD	3E	80	B2	32	60	438-97	DA	96	B2	81	07	25	440-0D	D9	26	06	96	DA	BB	06	840-87	10	00	F6	10	01	0C	DD				
038-B2	DB	F8	96	D9	97	AE	84	438-97	DA	96	B2	81	07	25	448-97	DA	96	DA	81	07	25	04	848-54	24	1C	0C	DD	54	24	17			
040-01	97	BD	CA	1E	69	DD	440-0D	D9	26	06	96	DA	BB	06	450-BB	F9	20	F8	4C	C6	FE	850-0C	DD	54	24	12	0C	DD	54				
048-B2	BD	39	D0	C1	0E	27	DD	448-97	DA	96	DA	81	07	25	458-A7	4A	27	06	1A	01	09	A7	858-24	0D	81	E0	26	E0	C0	DD			
050-C1	0B	07	04	0F	B2	0F	B3	450-BB	F9	20	F8	4C	C6	FE	460-20	F7	39	FF	FF	FF	FF	FF	860-0F	FB	54	23	02	0C	FB	8E			
058-BD	39	6B	26	E6	CD	B2	E1	458-A7	4A	27	06	1A	01	09	468-FF	FF	BD	32	60	FF	B2	868-3B	94	96	DD	A6	86	97	DF				
060-89	DD	AC	BD	34	20	96	A7	460-20	F7	39	FF	FF	FF	FF	470-83	B6	01	97	B7	BD	39	870-0F	DE	81	0F	26	0E	86	A0				
068-97	AF	BD	3E	80	0F	A4	CD	468-FF	FF	BD	32	60	FF	B2	478-C1	0C	26	07	03	A2	03	A3	878-07	B1	10	00	B6	10	01	12	44		
070-AA	DD	B2	86	03	BD	39	60	470-83	B6	01	97	B7	BD	39	480-0F	BD	39	6B	FF	97	A7	880-25	02	0C	DE	0F	DD	4F	5F				
078-26	06	DC	B2	DD	AA	0F	A9	478-C1	0C	26	07	03	A2	03	488-B2	0F	B3	BD	39	6B	26	EC	880-43	53	FD	10	02	4F	BD	30			
080-BD	3E	80	0F	BD	20	0A	FF	480-0F	BD	39	6B	FF	97	A7	498-BD	34	20	F8	4C	C6	FE	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
088-FF	FF	488-B2	0F	B3	BD	39	6B	26	498-BD	34	20	F8	4C	C6	FE	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02										
090-FF	BD	39	D0	C1	0A	27	05	498-BD	34	20	F8	4C	C6	FE	4A0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
098-BD	39	D0	C1	0A	27	05	05	4A0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4A8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0A0-FO	AD	95	20	EC	0E	B1	30	4A8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4B0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0A8-B3	0C	CE	30	B3	CE	48	37	4B0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4B8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0AB-60	0F	B4	39	5D	27	11	C1	4B0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4B8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0AB-60	0F	B4	39	5D	27	11	C1	4B8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4C0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0BB-09	24	0D	86	01	5A	27	03	4C0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4C8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0CB-48	20	FA	98	BA	97	B4	39	4C0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4D0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0CB-48	20	FA	98	BA	97	B4	39	4C8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4D8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0CC-7E	34	6A	FF	FF	FF	0D	B0	4D0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4E0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0DD-26	05	1A	01	06	B0	39	B0	4E0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4E8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0DD-26	05	1A	01	06	B0	39	B0	4E8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4F0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0DE-80	25	03	0F	B1	39	FF	FF	4F0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	4F8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02				
0DE-80	25	03	0F	B1	39	FF	FF	4F8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	500-96	AD	81	10	25	02	8B	FA	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02			
0E0-97	BD	3E	80	0F	A4	CD	05	500-96	AD	81	10	25	02	8B	FA	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02		
0E8-FF	FF	508-0F	D5	66	B0	D7	04	A6	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02									
0F0-9E	CA	0D	C4	27	05	60	17	508-0F	D5	66	B0	D7	04	A6	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02			
0F8-26	01	39	DD	C5	26	11	0F	518-AC	81	30	25	02	8B	FA	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02			
100-A3	0F	A2	96	A6	84	BF	97	518-AC	81	30	25	02	8B	FA	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02	898-07	0E	06	05	04	0D	03	02			
108-A6	0C	C5	EC	18	DD	B2	39	520-20	25	02	8B	FA	81	10	25	920-0E	DA	0D	C1	02	26	08	DA	928-AC	81	29	26	02	0F	CA	16		
110-5C	B1	01	26	DD	03	A3		520-20	25	02	8B	FA	81	10	25	920-0E	DA	0D	C1	02	26	08	DA	928-AC	81	29	26	02	0F	CA	16		
118-03	0F	A4	0C	9E	0E	1A		528-02	8B	FA	0F	C1	0F		530-BF	C6	B0	07	0E	4A	27	0A	930-01	09	AF	09	AF	25	04	C6			
120-DD	B2	39	96	C5	B1	02	24	528-02	8B	FA	0F	C1	0F		538-04	BE	06	BF	06	0A	06	C1	938-FD	07	AF	04	AF	39	60	60			
128-13	03	A4	96	A6	88	0C	97	530-BF	C6	B0	07	0E	4A	27	0A	540-20	F3	39	FF	FF	FF	FF	940-24	32	13	04	32	30	32	31			
130-A6	0F	A2	96	A6	84	BF	97	538-04	BE	06	BF	06	0A	06	C1	548-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	948-32	31	32	32	31	32	32	32			
138-1C	DD	B2	39	96	C5	B1	03	540-20	F3	39	FF	FF	FF	FF	548-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	950-32	32	32	32	31	32	FF	FF				
140-26	0D	03	A2	03	A3	0F	A4	548-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	558-3B	FE	CA	BD	3E	00	39	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86				
148-0C	EC	0E	1E	DD	B2	39	0D	550-0C	D6	33	02	8A	04	34	02	560-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86			
150-CA	27	06	0E	C8	30	17	9F	558-3B	FE	CA	BD	3E	00	39	FF	568-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86			
158-C8	9E	CA	BD	3E	00	39	FF	560-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	568-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86				
160-FF	FF	568-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	570-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86										
168-FF	FF	570-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	578-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86										
170-FF	FF	578-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	580-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86										
178-FF	FF	580-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	588-03	86	FF	39	C1	0B	24	DB	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86									
180-0D	22	26	15	9E	DD	0D	CE	588-03	86	FF	39	C1	0B	24	DB	590-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86			
188-26	22	86	06	97	0F	9B	9B	590-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	598-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86				
190-25	0B	8E	08	00	9F	DD	0C	598-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	5A0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86				
198-CE	B6	10	04	3B	DD	32	00	5A0-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	5A8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	960-97	BD	30	C1	09	22	12	86				
1A0-30	0C	9F	D0	CA	CF	26	E6	5A8-FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	5B0-FF	FF																	

procesador se coloca en la base de la caja, justo bajo la placa de los displays. Para evitar posibles cortocircuitos, es recomendable utilizar separadores de plástico entre la placa de circuito impreso y la base impreso y la base donde se fija. El transformador puede fijarse en la parte trasera de la caja. El interruptor de bloqueo (S17), el conector de entrada de corriente alterna, el portafusibles y los terminales de las ocho salidas, pueden instalarse sobre el panel posterior. El porta pilas para los acumuladores NiCd tiene cabida en la base de la caja junto a la placa del microprocesador. La figura 4 ilustra de una forma más clara la posible colocación de los distintos elementos descrita.

La mejor forma de hacer las 31 conexiones entre las dos placas, es mediante un cable plano adecuado. La aleta metálica de los reguladores de tensión se atornillará a la base de la caja, untando entre ambas una pasta termoconductor para facilitar la disipación de los reguladores. Finalmente, soldar los cables restantes con todos los elementos fijos ya en su sitio.

Deberán practicarse una serie de agujeros en la base y en el panel posterior de la caja y colocar cuatro patas de goma para facilitar una buena ventilación en el interior de la misma.

Una vez terminada la caja hay que fijar el panel frontal que incluye el teclado. Separar en pri-

mer lugar el papel de protección que se encuentra en la cara posterior del panel; meter el cable plano del teclado por la ranura de la caja destinada a tal efecto y fijar el panel en su posición correcta sobre la caja. Hay que realizar con sumo cuidado esta operación, ya que una vez adherido el panel a la caja, no puede desplazarse para corregir su posición. Conectar el cable plano del teclado a la placa del display, y el temporizador estará listo para funcionar.

Conmutación de equipos externos

Completo el montaje del temporizador, aún queda bastante sitio en el interior de la caja para instalar algún relé que pueda conmutar equipos externos, aunque a menudo suele ser más conveniente que el relé esté bien dentro, o cerca del equipo a controlar; tal es el caso, por ejemplo, de los que se alimentan de la red de corriente alterna, ya que al tener el relé fuera del temporizador, aumenta la seguridad y simplifica el cableado.

Los relés elegidos deberán poder activarse con una tensión de 5 V, sin que el consumo de corriente supere los 80 mA, que es la máxima que puede soportar cada uno de los buffers cuando las ocho salidas se encuentran simultáneamente activas. En caso

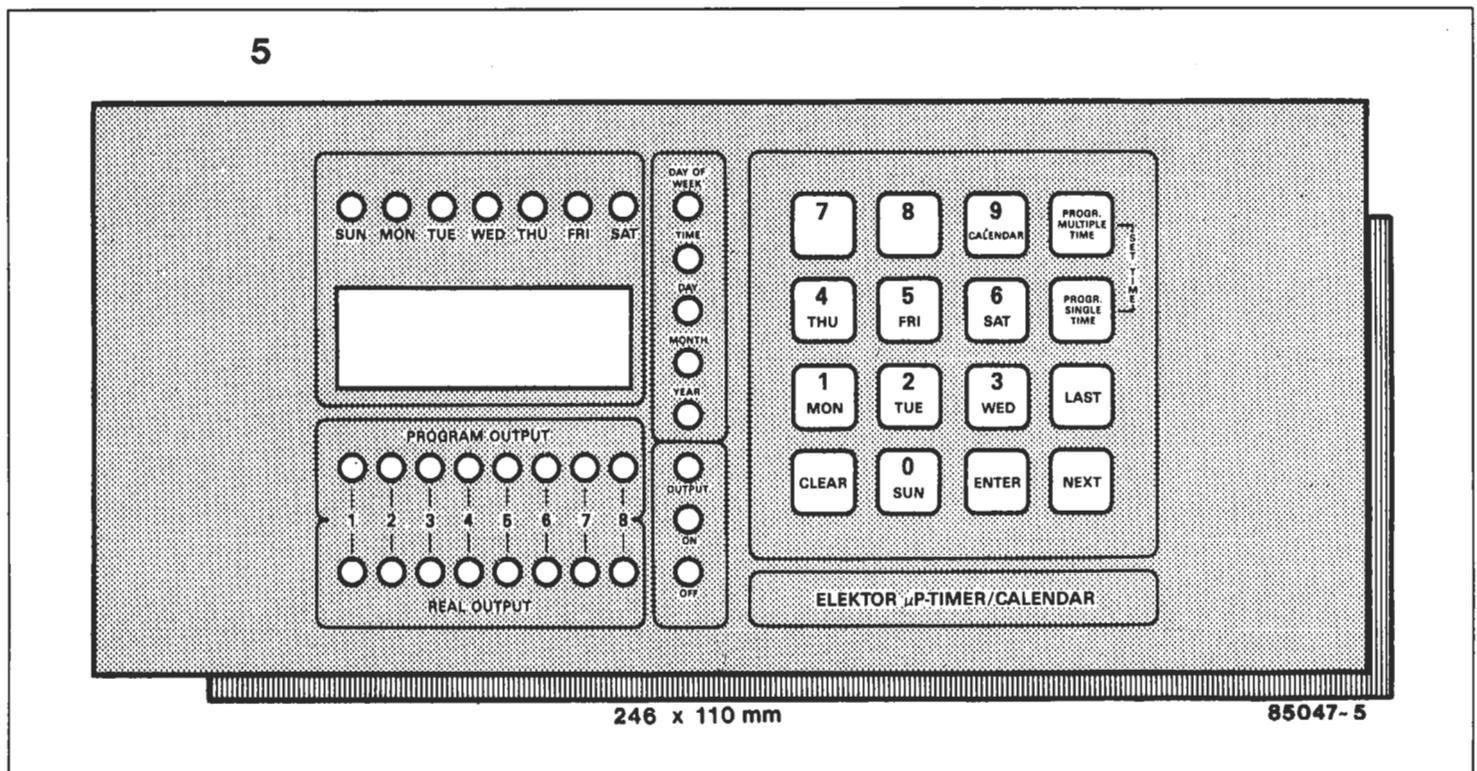
de que esta situación no vaya a darse nunca (las ocho salidas activas a la vez), la corriente podría llegar hasta los 100 mA.

Los contactos de conmutación del relé deberán protegerse con un circuito anti chispas compuesto por una resistencia de 100 Ohm./1 W en serie con un condensador de 100 n/630 V. Recordar que la bobina del relé deberá conectarse entre +5 y una de las salidas.

La fuente de alimentación del temporizador dispone de una reserva de alrededor de 150 mA, que debe ser suficiente para los relés. En caso de que no lo sea, deberá dotarse una fuente adicional de 5 V, conectándose entonces los relés entre el +5 de dicha fuente y las salidas 1...8. El negativo de la nueva fuente se conectará a la línea de tierra del circuito del temporizador.

Remitimos al lector a una serie de artículos publicados por ELEKTOR, que sin duda le serán de utilidad a la hora de aplicar las posibilidades de conmutación ofrecidas por el temporizador: Relés electrónicos (Elektor, enero 1981); Relés de estado sólido (Elektor, octubre 1982); Cebador de triacs amplificado (Elektor, julio/agosto 1984); Relé fotoelectrónico (Elektor, julio/agosto 1985). Los relés electrónicos descritos en estos artículos no precisan una fuente adicional de 5 V, ya que su consumo es de tan solo unos pocos miliamperios.

Figura 5: Panel frontal del temporizador.



Instrucciones de funcionamiento

DISPLAYS Y LEDs

HH.HH: indicación de la hora y la fecha; el LED central parpadea cada segundo.

SUN...SAT: día de la semana (domingo, lunes... sábado).

PROGRAM OUTPUT: muestra el estado que tomarán las salidas de acuerdo con los ciclos de conmutación programados.

REAL OUTPUT: estado actual de las salidas.

DAY OF WEEK...OFF: estos ocho LED podrían ser llamados LEDs de estados; indican qué es lo que aparece en el display. Los cinco primeros hacen referencia al día de la semana, hora, día del mes y año. OUTPUT concierne a las salidas programables, mientras que ON y OFF indican durante la programación cuándo los datos de entrada tecleados corresponden a una función de conexión (ON) o de desconexión (OFF).

TECLADO

0...9: sirven para introducir datos, tales como la hora o la fecha. Las teclas 1...8 permiten la selección de las salidas deseadas durante la programación, así como el control manual de cada una de ellas en uso normal; cuando se pulsa una de estas teclas, cambia el estado de la salida correspondiente. Las teclas 0...6 también se utilizan en la programación de los ciclos múltiples para indicar el día de la semana. En operación normal, las teclas 0 y 9 desempeñan una función especial: cuando el display muestra la hora y se pulsa una de estas dos teclas, el temporizador calculará el día de la semana que corresponda a una fecha determinada (calendario perpetuo). Más adelante se ampliarán detalles sobre esta facilidad.

CLEAR: borra la indicación del display. Es útil cuando se comete algún error al introducir datos. Pulsando esta tecla con el LED OUTPUT encendido, se borra por completo la programación en curso.

ENTER: pulsando esta tecla después de una entrada de datos, como por ejemplo la hora o la fecha, hace que el temporizador los almacene en su memoria.

NEXT: permite la lectura de un programa de conmutación para hacer una comprobación de sus ciclos. Cuando el display muestra la hora, puede verse la fecha durante cuatro segundos desde que

se pulsa esta tecla. Pulsándola de nuevo aparecerán los minutos y los segundos, pudiendo volver otra vez a la hora pulsando una vez más la tecla NEXT.

PMT (Program Multiple Time): Permite programar y verificar ciclos múltiples de conmutación. Dichos ciclos pueden leerse pulsando repetidamente esta tecla o bien manteniéndola constantemente pulsada. En este último caso, los 8 LEDs PROGRAM OUTPUT lucirán cada medio segundo. Presionando una vez más la tecla se volverá a la visualización de la hora en el display.

PST (Program Single Time): Permite la programación y verificación de ciclos sencillos, como por ejemplo la conexión de una o más salidas en una hora y fecha determinada y la desconexión en otra hora y fecha distintas. El modo de operación de esta tecla es idéntico al descrito para la de PMT.

LAST: Permite la marcha atrás en uno o más ciclos de programa dentro del modo programación.

LA HORA

● Tras la conexión a la red del temporizador, en el display aparecerá 0.00 y lucirá el LED YEAR.

● Teclear el año seguido de ENTER.

● El display mostrará 1.01 y lucirán los LEDs DAY y MONTH.

● Teclear el día y el mes y a continuación ENTER.

● En el display aparecerá 0.00 a la vez que luce el LED TIME.

● Teclear la hora y los minutos y pulsar ENTER. El temporizador indicará a través del LED correspondiente el día de la semana y el reloj horario comenzará a funcionar a partir de la hora introducida.

Corrección de la hora:

● Manteniendo la tecla PMT pulsada (o la PST), pulsar también la PST (o la PMT). Pulsando ahora NEXT aparecerán las diferentes informaciones constituyentes de la hora.

● Si alguna de estas informaciones necesita ser modificada, pulsar CLEAR, el nuevo dato y ENTER.

● Durante las correcciones de la fecha el reloj horario sigue corriendo. Solo se detiene si los datos introducidos son horas o minutos, comenzando su marcha de nuevo tras pulsar ENTER.

Calendario perpetuo:

● Pulsar 0 ó 9 cuando el display muestre el año; el LED YEAR se iluminará.

● Teclear el año deseado seguido de ENTER, el día y el mes y ENTER de nuevo. Uno de los LEDs SUN...SAT lucirá indicando el día de la semana en que cae la fecha señalada.

● Pulsar NEXT para volver al tiempo actual.

Varios:

● Presionando una vez la tecla NEXT aparecerá en el display la fecha durante cuatro segundos.

● Pulsando una vez más NEXT aparecerán los minutos y los segundos hasta que con una nueva actuación sobre NEXT se vuelva a la hora.

● Las teclas 1...8 permiten la conmutación manual de las salidas. El estado de dichas salidas se muestra en los LEDs REAL OUTPUT.

PROGRAMACION

Ciclos sencillos:

● Pulsar la tecla PST y lucirá el LED OUTPUT.

● Seleccionar la salida deseada con las teclas 1...8 con lo que se encenderá el LED correspondiente de entre los PROGRAM OUTPUT. Una nueva actuación sobre la misma tecla hará que el LED se apague.

● Pulsar ENTER, con lo que los LEDs ON, DAY y MONTH lucirán indicando que deberá introducirse la fecha en que se desean conectar las salidas seleccionadas.

● Teclear el día y el mes y a continuación ENTER. Ahora lucirán los LEDs TIME y ON para indicar que debe introducirse la hora a la que se desea que las salidas seleccionadas se conecten.

● Teclear la hora y los minutos seguidos de ENTER. Lucirán ahora los LEDs OFF, DAY y MONTH indicando que el siguiente dato a introducir será la fecha en la que se desea que se desconecten las salidas seleccionadas.

● Teclear el día y el mes y a continuación ENTER. Ahora lucirán los LEDs TIME y OFF, tras lo cual deberá introducirse la hora de desconexión.

● Teclear la hora y los minutos seguidos de ENTER. Ya están almacenados en la memoria del temporizador todos los parámetros correspondientes a un ciclo de conmutación sencillo. Ahora lucirán de nuevo todos los LEDs significativos, esto es, los correspondientes a las salidas activadas de los ocho PROGRAM OUTPUT.

● Si se quieren verificar los datos introducidos, se irán mostrando en el display pulsando la tecla NEXT. En caso de que se deba ha-

6

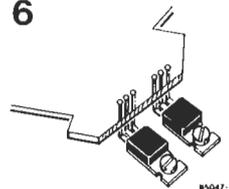


Figura 6: Montar los reguladores de tensión tal como se muestra aquí.

cer alguna corrección, simplemente se introducirá el nuevo dato seguido de ENTER.

- Nuevos ciclos sencillos de conmutación pueden ser programados pulsando la tecla PST y siguiendo el proceso descrito. Una vez finalizada la programación, la tecla PST provocará la vuelta al modo normal de funcionamiento.

Ciclos múltiples:

- Pulsar la tecla PMT y lucirá el LED OUTOPUT.

- Seleccionar las salidas deseadas con las teclas 1...8 y pulsar ENTER, con lo que lucirá el LED MONTH.

- Teclear el mes de conexión de las salidas seleccionadas. Pueden introducirse varios meses, seguidos cada uno de ENTER.

- Tras la introducción de los meses, verificar los mismos mediante la tecla NEXT. Después de que aparezca el último mes en el display, se encenderá el LED DAY.

- Teclear uno o varios días de

conexión seguidos cada uno de ellos de ENTER. Verificar los días introducidos con NEXT. Tras la visualización del último día lucirá DAY OF WEEK.

- Teclear uno o más días de la semana. En este caso la tecla ENTER sólo se pulsa una vez tras la introducción de todos los días. Gracias a esto se consigue que las salidas seleccionadas se conecten por ejemplo el 18 y el 25 de agosto y diciembre si caen en domingo o miércoles a unas horas determinadas. Si no se quisiera hacer uso de la posibilidad de introducir el día de la semana dentro del ciclo de conmutación, pulsar tan solo ENTER cuando luzca el LED DAY OF WEEK. Esto mismo puede hacerse con los meses y los días del mes: si no se introduce ningún mes, la conmutación de las salidas tendrá lugar los días señalados durante todos los meses. También es posible programar sólo días de la semana, para lo cual no se introduci-

rán ni meses ni días del mes, con lo que el ciclo se repetirá cada semana.

- Después de haber introducido los datos DAY OF WEEK, lucirán los LEDs ON y TIME para indicar que debe introducirse la hora y los minutos en que se desea se activen las salidas seleccionadas.

- Teclear dicha hora seguida de ENTER. Una vez hecho esto, lucirán los LEDs OFF y TIME, tras lo cual se tecleará la hora y los minutos en que se desea la desconexión, seguido como siempre de ENTER.

- Una vez que ya han sido introducidos todos los datos del ciclo, lucirán los LEDs PROGRAM OUTPUT correspondientes a las salidas seleccionadas.

- Si se desean introducir nuevos ciclos múltiples de conmutación, pulsar PMT y seguir el procedimiento descrito. Pulsando PMT una vez más se volverá al modo normal de funcionamiento.

Verificación y borrado de programas

Si se desea añadir algún ciclo de conmutación a los ya existentes, pulsar según corresponda PST o PMT varias veces hasta que ninguno de los LEDs PROGRAM OUTPUT luzca, lo que indicará que la posición alcanzada está libre. Si se mantienen continuamente pulsadas estas teclas, la búsqueda de la posición libre es más rápida.

Las teclas PST y PMT permiten pasar hacia adelante los ciclos de conmutación programados. Con LAST se consigue el paso hacia atrás.

En el curso de la programación siempre es posible verificar los parámetros introducidos con la tecla NEXT. Las correcciones se pueden hacer con las teclas CLEAR y ENTER.

Un ciclo de conmutación puede ser borrado por completo situándose en el mismo con las teclas PST o PMT y pulsando CLEAR. El resto de los ciclos programados avanzarán automáticamente una posición.

Para finalizar, recordar que los LEDs REAL OUTPUT indican el estado actual de las salidas, y que si el interruptor de inhibición S17 está abierto, no es posible modificar ni los ciclos de conmutación, ni la hora. 

