

Nº 161  
1993

# elektor

550 Ptas.

electrónica: técnica y ocio

• Grabador de memorias EPROM

• Medidor de temperatura  
muy versátil (y II)

• Transistores de  
efecto de campo

• Detector de micrófonos  
espías





# Sumario

## **Medidor de temperatura muy versátil (y II).....** 10-12

Etapas finales de la construcción y puesta en marcha del equipo.

## **Transistores de unión de efecto de campo.....** 10-22

Una revisión de las aplicaciones de estos transistores tan utilizados en la práctica.

## **Grabador de memorias EPROM .....** 10-34

Un equipo, conectable a PC, que nos va a permitir grabar las memorias de nuestros diseños.

## **Detector de micrófonos espías.....** 10-56

Este diseño nos permitirá la detección de cualquier dispositivo oculto que emita señales de RF.

## **Servocontrolador de 8 canales.....** 10-60

Para poder controlar hasta ocho servos desde el puerto serie de un PC.

## **Ganadores de la encuesta Elektor verano 93.....** 10-54

## Secciones

Teletipo .....	10-08
Las placas de circuito impreso .....	10-41
Mercado .....	10-71
Libros .....	10-78
Anuncios breves .....	10-80

## En nuestro próximo número

- Generador de campo acústico II
- Amplificadores operacionales en modo de corriente
- Marcador móvil miniatura
- El versátil 555

Edita:  
F & G EDITORES, S. A.

Director:  
JULIO GONZÁLEZ

Director de Producción:  
JULIO RODRÍGUEZ

Director Ejecutivo:  
RUFINO GONZÁLEZ GONZÁLEZ

Publicidad:  
F&G EDITORES, S.A.  
MERCEDES VEGA  
Tel.: 457 69 23

Cuerpo de redacción:  
VIDELEC, S.L.  
Ríoño 3, 3º B

Colaboradores:  
JOSE M. VILLOCH  
FERNANDO ACERO MARTIN  
I.H. SERVICIOS INFORMÁTICOS  
DAVID LOPEZ APARICIO  
ELECTRONICS WORLD  
RADIO ELECTRONICS  
LEONARDO MARTIN ANGULO  
JESUS C. GARCIA PRECIADO  
GUILLERMO SANCHEZ CARRASCO  
J. JOSE ANDRÉS CARBAJAL

Revisión lingüística y de estilo:  
J. G. VILLAFANE

Diseño gráfico:  
J.G. PALMA

Redacción, Administración y Suscripciones:  
PZA. REPUBLICA DEL ECUADOR, 2. 1.ª A.  
28016 MADRID. Tel.: 457 94 24  
Fax: 458 18 76

Suscripciones y pedidos:  
APARTADO 61294  
MADRID  
Tel.: 457 94 24

Distribución España:  
COEDIS, S. A.  
Ctra. N.º 11 Km. 602,5  
08750 MOLINS DE REI (BARCELONA)

Distribución en Argentina capital  
Ayerbe, Interior: DGP

Distribución en Chile:  
Alfa Lida.

Importador para Chile:  
Iberoamericana de Ediciones, S.A.  
MATUCANA, 525 I-13 Santiago - Centro

Importador exclusivo Cono Sur:  
CEDE, S.A.  
[Compañía española de ediciones, S.A.]  
Cerrito 520  
BUENOS AIRES ARGENTINA  
P.V.P. en Canarias, Ceuta y Melilla: 550 Ptas.

Maquetación y filmación:  
VIDELEC, S.L.  
Ríoño 3, 3º B

Impresión:  
Pantacrom:  
C/ Miguel Yuste, 33 Madrid  
Depósito legal: GU. 3-1980  
ISSN 0211-397X  
Impreso en España  
PRINTED IN SPAIN

## Estimado lector

Este número de la revista Elektor hemos pensado dedicarle a exponer, agrupados en un mismo ejemplar, una serie de temas con una extensión de páginas algo mayor a lo que viene siendo habitual, con objeto de ofrecer al lector varios dispositivos que, por sus características, no nos pareció adecuado fraccionar en varias partes. Además también hemos pensado en aquellos lectores a los que les gusta montar equipos más bien sencillos y hemos incluido también un artículo para ellos.

De entre los primeros vamos a realizar una breve reseña del Grabador de memorias Eeprom. Sin duda es un diseño que nos va venir muy bien para poder grabar nuestras propias memorias y así evitarnos la molestia de tener que buscar quien nos lo puede realizar o bien el comprar memorias ya grabadas, con el consiguiente coste adicional. El equipo funciona conectado a un PC en el que se carga el programa de control.

El otro dispositivo mencionado se refiere al Servocontrolador de ocho canales, que representa una opción muy válida a considerar para todos los lectores que son aficionados al radio-control, a la robótica o bien para profesionales que trabajen en control hidráulico o neumático.

En cuanto al diseño mas sencillo, comentaremos que se trata de un Detector de micrófonos espías, el cual permite detectar dispositivos que emitan en Radiofrecuencia; este circuito, además de la utilización para la que está previsto, nos permitirá realizar una interesante práctica con un diseño simple de RF o microondas.

Además de los temas mencionados, nos ha parecido interesante incluir un estudio sobre los transistores de unión de efecto de campo, por ser aún para muchas personas unos componentes poco conocidos y en absoluto utilizados.



### 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, transcribirlo 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.

Copyright © 1990 F&G EDITORES, 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.

### Servicios Elektor para los lectores

#### EPS (Elektor Print Service)

La mayoría de las realizaciones Elektor van acompañadas de un modelo de circuito impreso. Muchos de ellos se pueden suministrar taladrados y preparados para el montaje. Cada mes Elektor publica la lista de los circuitos impresos disponibles, bajo la denominación EPS.

#### CONSULTAS TÉCNICAS

Cualquier lector puede consultar a la revista cuestiones relacionadas con los circuitos publicados. Las cartas que contengan consultas técnicas deben llevar en el sobre los siglas C. T. e incluir un sobre para la respuesta, franqueado y con la dirección del consultante.

#### ANEXO A NUESTROS LECTORES

El horario de nuestro consultorio telefónico, para aclarar cualquier duda es de 16 a 18 h. los lunes, y de 18 a 20 h. los martes.

Teléfono 747 62 72.

### LISTA DE PRECIOS DE N.º ATRASADOS

Ejemplar sencillo:	550 ptas.
Ejemplar doble	900 ptas.

### SUSCRIPCIONES

España	6.400 ptas.
España certificada	7.900 ptas.

Todos estos precios llevan incluido el IVA

Canarias, Ceuta y Melilla	
Ejemplar sencillo	550 ptas.
Ejemplar doble	900 ptas.



## CIRCUITOS IMPRESOS

### E9: FEBRERO 1981

Tarjeta de memoria  
RAM y EPROM.....\*80120 6.230

### E10: MARZO 1981

Top Amp.....\*80023 500  
Top Reamp.....\*80031 1.200

### E11: ABRIL 1981

El genio de la lata.....\*81042 500  
Latómetro: Circuito principal.....\*81043-1 550  
Latómetro: Display.....\*81043-2 450  
Electro-multijuegos.....\*81044 1.500  
Termómetro de baño.....\*81047 1.100  
Gaita electrónica.....\*81048 1.000  
Xilofono.....\*81051 750

### E12: MAYO 1981

Encendido electrónico.....\*80084 2.000  
Anti-robó.....\*80097 900  
Indicador de tensión  
de batería.....\*80101 750  
Protección para la batería.....\*80109 750  
Medidor de temperatura de aceite.....\*80102 700

### E13: JUNIO 1981

Sensor escarapale.....\*80515-1 1.100  
.....\*80515-2 1.100

### E14/15: JULIO/AGOSTO 1981

Termómetro lineal.....\*80127 850  
Fie. alimentación 0-50V/0-2A.....\*80516 1.050  
Sensor escarapale/M1.....\*80515-1 700  
Sensor escarapale/M2.....\*80515-2 1.100  
Microamplificador.....\*80543 750  
Amplificador de potencia con VFET.....\*80505 1.300

### E17: OCTUBRE 1981

Limitador electrónico.....\*81112 1.000  
Interface para Junior Computer:  
Fuente alimentación.....\*81033-2 1.000  
Tarjeta adaptación.....\*81033-3 1.450

### E18: NOVIEMBRE 1981

Analizador lógico.....\*81094-2 1.500  
Circuito de entrada.....\*81135 850  
Gong DGL.....\*81135 850

### E20: ENERO 1982

Interfono.....\*80069 1.400  
Paristor.....\*81123 850

### E23: ABRIL 1982

Extens. memor. Elektterminal.....\*79038 2.100  
Oscilador senoidal.....\*82006 1.050  
Lecturas de mapas  
por ordenador.....\*81032 950  
Mini organo.....\*82020 1.500  
Ionizador.....\*9823 1.700

### E24: MAYO 1982

Termómetro para fotografía.....\*82069 1.000  
Bucle de escucha: circuito emisor.....\*82039-1 1.300  
Bucle de escucha: circuito receptor.....\*82039-2 1.150  
Antena Omega:  
Alimentación.....\*80076-1 1.300  
Amplificador.....\*80076-2 1.100

### E25: JUNIO 1982

Detector de humedad.....\*81567 800  
Programa de procesos: Visualizador.....\*81101-1 1.500  
Programa de procesos: Alimentador.....\*81101-2 1.400  
Tarjeta de RAM dinámica.....\*82017 4.000

### E26/27: JULIO/AGOSTO 1982

Indicador de pico para altavoces.....\*81515 750  
Generador de números aleatorios.....\*81523 1.350  
Buffers entrada p/analizador lógico.....\*81577 1.000  
Voltmetro digital universal.....\*81575 1.900  
Sirena holofónica.....\*81525 1.250  
Diapasón electrónico.....\*81541 1.000

### E28: SEPTIEMBRE 1982

Construya su propio DNR.....\*82080 1.800  
Monitorización de EPROM.....\*82093 800  
Cronoprecesador universal:  
Display - Teclado.....\*81170-2 1.900

### E29: OCTUBRE 1982

Comprador de RAMs 2114.....\*82090 1.000

Mini-héster.....\*82092 950  
Frecuencímetro a cristal líquido.....\*82026 950  
Anti-robó activo.....\*82091 950

### E30: NOVIEMBRE 1982

Folición.....\*82066 800  
Módulo capacitivo.....\*82040 1.000  
Squelch automático.....\*82077 1.000  
Anist adhesivo frontal.....\*82014-F 1.000

### E31: DICIEMBRE 1982

Intermitente electrónico.....\*82038 1.000  
Sist. telefonía int. placa alimentación.....\*82147-2 900  
Detector de gas.....\*82146 1.200

### E32: ENERO 1983

Cronoproc. univ. C Display/teclado.....\*81170-2 1.500  
Foto Computer-Interface Teclado.....\*82141-2 1.100  
Silbato ultrasónico.....\*82133 750

### Antenas colectivas:

Placa R.F.....\*82144-1 1.100  
Fuente alimentación.....\*82144-2 1.100

### E33: FEBRERO 1983

Foto Com 2ª-Temporizador  
programable.....\*82142-3 950  
Crescendo.....\*82180 2.260

### E34: MARZO 1983

El nuevo sintetizador de Elektor.....\*82027 2.200  
Cancerbero.....\*82172 1.100

### E35: ABRIL 1983

Módulo combinado VCF/VCA.....\*82031 1.800

### E36: MAYO 1983

Mód. LFO/NOISE/doble ADSR  
Doble ADSR.....\*82032 1.800  
Mód. LFO/NOISE/doble  
ADSR LFO/NOISE.....\*82033 1.700  
Preludio:  
Alimentación.....\*83022-8 1.830  
Amplificador para cascos.....\*83022-7 1.550

### E37: JUNIO 1983

Curtis/Alimentación.....\*82078 2.050  
Regulador para faros.....\*83028 750

### Preludio:

Amplificador lineal.....\*83022-6 2.500  
Protector de fusibles.....\*83010 750  
Nuevo sintetizador:  
Alimentación.....\*82078 2.500  
Regulador para faros.....\*83028 1.000

### E38/39: JULIO/AGOSTO 1983

Generador de efectos sonoros.....\*82543 1.150  
Flash-escravo.....\*82549 575  
Juegos TV en EPROM 8us.....\*82558-1 1.300  
Juegos TV en EPROM Tarjeta  
EPROM.....\*82558-2 700  
Super fuente de 5V.....\*82570 800

### E40: SEPTIEMBRE 1983

Preludio:  
Corrector de tonos.....83022-5 1.875  
Semáforo de audio.....83022-10 1.020  
Disposón para guitarra.....\*82167 1.000

### E41: OCTUBRE 1983

Semáforo:  
Emisor.....\*83069-1 1.400  
Receptor.....\*83069-2 1.350  
Reloj programable Carátula.....83041-F 4.500  
Preamplificador MC/MM:  
Placa MC.....\*83022-2 2.300

### E42: NOVIEMBRE 1983

Interludio.....\*83022-4 1.900  
Teclado digital polifónico:  
Tarjeta de entrada.....\*82107 2.300  
Desplazador de sintonía.....\*82108 1.500  
Supresor rebotes.....\*82106 1.200  
Vatmetro.....\*83052 1.300

### E43: DICIEMBRE 1983

Carátula adhesiva.....83051-F 1.820  
Iluminación tren eléctrico.....\*82157 1.700  
Personal FM.....\*83087 800  
Iluminación para tren eléctrico.....\*82157 1.900  
Maestro:  
Transmisor.....\*83051-1 1.000  
Frontal adhesivo.....\*83051-F 1.820

### E44: ENERO 1984

Búfer Preludio.....\*83562 950  
Maestro: Receptor.....\*83051-2 6.400  
Adaptador de red.....\*83098 750

### E45: FEBRERO 1984

Polibus.....\*82110 1.350

Electrómetro.....\*83067 1.300  
Decodificador RTTY.....\*83044 1.300  
Detector de heladas.....\*83123 700

### E46: MARZO 1984

Pseudo estéreo.....\*83114 950  
Fotoforo a flash.....\*83104 950

### E47: ABRIL 1984

Sintetizador polifónico unid.salida.....\*82111 2.650  
Sintetizador polifónico convert. D/A.....\*82112 1.300

### E48: MAYO 1984

Crono-Master:  
Circuito de medida.....\*84005-1 1.700  
Visualización.....\*84005-2 1.650

### Audioscopio espectral:

Filtros.....\*83071-1 1.600  
Control.....\*83071-2 1.500  
Receptor para banda marítima.....830242 2.135

### E49: JUNIO 1984

Desfasador de audio:  
Módulo de retardo.....\*83120-1 1.900  
Oscilador y control.....\*83120-2 1.300  
Voleta electrónica.....\*84001 2.400  
Capacimetro:  
Tarjeta de medida.....84012-1 1.960  
Tarjeta de memoria universal.....\*83014 3.800

### E50/51 JULIO/AGOSTO 1984

Señalizaciones inter. en carretera.....\*83503 895  
Amplificador PDM para automóvil.....\*83584 1.200  
Termómetro p/disparadores de calor.....\*83410 1.335  
Preludio Búfer.....\*83562 1.100  
Indicador térmico para radiadores.....\*83563 770  
Fuente de luz constante.....\*83553 1.050  
Convertidor D/A sin pretensiones.....\*83558 915  
Generador de miras 8/N  
con integrado.....\*83551 750

### E52: SEPTIEMBRE 1984

Elaborinto:  
Placa principal.....\*84023-1 1.850  
Placa de control.....\*84023-2 1.630

### E53: OCTUBRE 1984

Analizador tiempo real:  
Circuito entrada y alimentación.....\*84024-2 1.800

### E54: NOVIEMBRE 1984

Interface p/máquinas escribir. elect.....\*84055  
Analizador tiempo real:  
Placa de visualización.....\*84024-3 5.750  
Placa de base.....\*84024-4 8.500

### E55: DICIEMBRE 1984

Analizador en tiempo real:  
Carátula adhesiva frontal.....84024-F 2.760  
Supervisualizador de video.....84024-6 2.825  
Analizador tiempo real:  
Generador ruido rosa.....\*84024-5 2.000

### E56: ENERO 1985

Fuente de alimentación conmutada.....84049 1.425  
Amplificadores p/ZX-81 y Spectrum.....\*84054 1.300

### E57: FEBRERO 1985

Sonda batimétrica:  
Placa principal.....\*84062 2.305  
Convertidor: RS 232 - Centro N/CS.....\*84078 3.500

### E58: MARZO 1985

Preamplificador dinámico.....\*84089 1.080  
Tacómetro digital.....84079-1 1.265  
Tacómetro digital.....84079-2 1.720  
Amplificador a válvulas.....\*84095 2.410

### E59: ABRIL 1985

Falsa alarma.....\*84088 1.150  
Generador de funciones:  
Adaptador SCART.....\*84072 1.350  
Controlador de mini-car.....\*84130 1.520  
Harpaqón Versión 1.....\*84073 960  
Harpaqón Versión 2.....\*84083 850  
Mini-impresora.....\*84106 2.775

### E62/63 JULIO/AGOSTO 1985

Protector de alimentación.....84408 920  
Frecuencímetro.....84462 2.055  
Alimentación para microordenador.....84477 2.230  
Alarma para frigorífico.....\*84437 1.050  
Convertidor VHF/AIK.....\*84438 1.470  
Analizador línea RS-232.....84452 1.370  
Timbre musical.....84457 1.135

### E64: SEPTIEMBRE 1985

Modulador UHF.....854702 2.450  
.....\*84029 1.340

Interface casete p/C-64 y VIC 20	85010	1.125
Contador Universal	*85019	1.260
Telefase	84100	950
<b>E65 OCTUBRE 1985</b>		
Metronomo electrónico:		
Placa Principal	83107-1	1.355
Alimentación	83107-2	765
Interrupción crepuscular	85021	1.050
Radio solar	85042	1.190
Medidor RLC	*84102	3.125
<b>E66: NOVIEMBRE 1985</b>		
Medidor RLC	*84102	2.825
Temporizador Universal	*84107	1.150
Plóter gráfico X-Y	*85020	5.350
Cuentarrevoluciones	*85043	2.645
Detector de infrarrojos	*85064	3.120
<b>E67: DICIEMBRE 1985</b>		
Subsonikator	*84109	1.185
Pseudo 2732	*85065	1.050
Indicador mantenimiento p/cache	*85072	3.300
<b>E68 ENERO 1986</b>		
Modulador UHF/VHF	*85002	835
Preamplificador microfónico	*85009	1.020
Modulador de bujías	*85053	1.160
<b>E69: FEBRERO 1986</b>		
Automonitor	85054	1.640
Lesley	85099	2.130
Generador de salvas	*85057	1.000
<b>E70: MARZO 1986</b>		
Relé de estado sólido	85081	805
Generador de frecuencias patrón	85092	1.495
Anemómetro portátil	85093	3.635
Volubulador de audio/p frontal	*85103-F	1.760
<b>E71: ABRIL 1986</b>		
Iluminador, C. Principal	85097-1	2.295
Iluminador control lámpara	*85097-2	2.375
Central alarma interface	*85089-2	950
<b>E72 MAYO 1986</b>		
Interface E/S de 8 bits	85079	1.550
Flipper, circuito principal	85090-1	2.425
Flipper, visualizador	85090-2	1.740
<b>E73 JUNIO 1986</b>		
Tarjeta gráfica alta resolución	85080-1	5.710
Filtro activo para DX	86001	4.515
Interface RS 232 C	*85073	2.300
<b>E74/75 JULIO/AGOSTO 1986</b>		
Medidor de audio	85423	1.335
Amplif. HIFI para auriculares	*85431	1.140
Cargador pequeñas baterías	85446	1.030
Sonda lógica para µP	85447	935
Pream. microf. con silenciador:		
Versión simétrica	*85450-1	790
Versión asimétrica	85450-2	1.100
Mezclador de audio	85463	4.430
Trazador 6502	85466	1.070
Vómetro para discoteca/CP	*85470-1	1.225
Vómetro para disc/Visualizador	85493	1.375
Monitor maquetas trenes	*85449	1.420
<b>E76: SEPTIEMBRE 1986</b>		
Tarjeta color alta resolución	*85080-2	4.100
Jumbo, reloj gigante	85100	4.400
Circuito protección altavoces	85120	3.790
<b>E77: OCTUBRE 1986</b>		
Megafono	*86004	1.150
Altavoz satélite	*86016	1.085
Alimentación doble/PF	*86018-F	1.605
Alimentación doble:		
Pre regulador	*86018-2	1.127
<b>E78: NOVIEMBRE 1986</b>		
Mezclador portátil/alimentación	86012-4	2.240
Interface C64/C128	86035	1.320
Mezclador portátil:		
Frontal MIC line	*86012-1F	1.200
Módulo Estéreo	*86012-2B	1.900
Frontal módulo estéreo	*86012-2F	1.300
Frontal Alimentación	*86012-4F	2.300
<b>397: DICIEMBRE 1986</b>		
Amplificador para autorradio	*85102	1.530
Doblador de tensión	86002	1.532
Mezclador portátil mod salida b.	86012-3B	1.765
<b>E81 FEBRERO 1987</b>		
Accesorios amplificador 1.000 W.	*86067	4.210
Microprocesador placa PIA	86100	1.070
<b>E82: MARZO 1987</b>		
Pluviómetro	86068	1.345

<b>E83: ABRIL 1987</b>		
Medidor de impedancias	86041	2.525
Medidas de impedancias/Frontal	86041-F	2.330
Convertidor D/A para bus E/S	86312	1.355
TV satélite:		
Módulo audio/video	*86082-2	3.800
Frontal	*86082-F	1.500
<b>E84: MAYO 1987</b>		
TV sat., accesorios	86082-3	2.585
Medidor valor eficaz real	*86120	3.345
Medidor valor eficaz real/Frontal	86120-F	2.375
<b>E85: JUNIO 1987</b>		
Circuito de reverberación	*8701-5E	480
Amplificador de cascos	86086	1.505
Convertidor remoto/C.P.	86090-1	2.975
<b>E86/87 JULIO/AGOSTO 1987</b>		
Control motor paso a paso	86451	960
RAM extra de 16K (junto con la EPS 86454)	*86452	685
Convertidor RMS ca/cc	86462	635
<b>E88: SEPTIEMBRE 1987</b>		
Generador ruido VHF/UHF	*86081	565
Capacimetro de bolsillo	86042	1.375
Estudio de audio portátil	86047	7.860
<b>E89: OCTUBRE 1987</b>		
Módulo de memorización para osciloscopio		
	*86135	1.787
Evaluador para guitarra	86051	1.980
Vómetro estéreo	*87022	600
<b>E90: NOVIEMBRE 1987</b>		
Gerador senoidal digitalizado/CP87001	2.805	
Gerador senoidal digitalizado/PF 87001-F	2.040	
<b>E91: DICIEMBRE 1987</b>		
Distribuidor MIDI	87012	2.770
ARGUS, mini detector de metales	*86069	1.225
Preamplificador a válvulas:		
Alimentación control de relés	*87C06-2	3.800
Telemando:		
Emisor	*86115-1	1.200
Receptor	*86115-2	1.350
<b>E92 ENERO 1988</b>		
16K RAM CMOS para C64	87082	1.090
Filtros de Linkwitz	*84071	2.300
<b>E93 FEBRERO 1988</b>		
Telecanguro	86037	820
Convertidor D/A de 14 bits	87160	2.420
<b>E94: MARZO 1988</b>		
Interface para facsimil	87038	2.715
Bifase, efectos sonoros	*87026	3.785
<b>E95: ABRIL 1988</b>		
Receptor para BLU en 20 y 80 m.	87051	3.920
<b>E96: MAYO 1988</b>		
Autobomba	86085	2.676
Polímetro digital autorango	87099	1.755
<b>E97 JUNIO</b>		
Bus de expansión para MSX	86003	6.795
Cargador baterías aliment. p/baterías	87076	3.205
<b>E98/99: JULIO/AGOSTO 1988</b>		
Amplif. corrector tonos monochip	87405	1.225
Oscilador en puente de Wien variable	87441	570
Analizador del factor de trabajo	87448	1.560
Amplificador de auriculares	87512	2.375
<b>E100 SEPTIEMBRE 1988</b>		
Preamplif. alta calidad p/microfono	87058	915
Detector pasivo de infrarrojos	87067	1.210
Transmisor equilibrado p/linea BF	87197	2.780
<b>E102: NOVIEMBRE 1988</b>		
Generador de sonidos estéreo para µP	87142	1.930
<b>E104: ENERO 1989</b>		
*Link* el preamplificador	880132-1	1.890
*Link* el preamplificador	880132-2	3.955
Frecuencimetro para receptores	880039	5.875
Antena activa para O.C.	*880043-1	2.000
	*880043-2	1.750
<b>E 105: FEBRERO 1989</b>		
Receptor FM estéreo en CMS	87023	870
<b>E106: MARZO 1989</b>		
Fuente gobernada por µC		
(placa de procesador)	880016-1	6.050
Fuente gobernada por µC		
(placa de regulación)	880016-2	3.940
Fuente gobernada por µC		
(placa de visualización)	880016-3	4.715
Fuente gobernada p/µC		
(panel frontal)	880016-F	9.260

Preamplificador bajo ruido para FM (unidad de sintonía/alimentación)	880042	1.345
<b>E107: ABRIL 1989</b>		
Interrupción red controlado p/carga	86099	1.505
Fuente alimentación gobernada por microcontrolador (placa adaptación)	880016-4	210
<b>E108: MAYO 1989</b>		
LFA-150, amplificador de tensión	880092-1	2.300
LFA-150, amplificador de corriente	880092-2	2.095
Sintetizador radio controlado p/µP	880120-2/3	850
<b>E109: JUNIO 1989</b>		
Teclado MIDI portátil	880168	2.140
Reforzador de armónicos	880167	1.705
LFA-150 Etopa rápida de potencia (Alimentación auxiliar)	880092-4	1.960
<b>E110/111: JULIO/AGOSTO 1989</b>		
Adaptador universal CMS-DIL	884025	725
Tarjete prototipo para µP	884013	2.865
Comprobador de transistores	884015	1.245
Amplificador BF 150W con 1 integrado	884080	1.145
<b>E112: SEPTIEMBRE 1989</b>		
Interface fax para ATARI	880109	2.210
Control digital de trenes. Decodifica-		
dor de locomotora	87291-1	1.325
Reforzador de armónicos	880167	1.705
Interrupción red controlado por carga	86099	1.505
<b>E113: OCTUBRE 1989</b>		
Convertidor VLF	880029	1.175
Regulador AF para tubos fluorescentes	880085	2.304
Medidor ultrasónico de distancias	880144	1.881
EPROM para juego opcional de caracteres (Controlador para pantallas LCD de alta resolución)	560 (2764)	
<b>E114: NOVIEMBRE 1989</b>		
Adaptador bi-rail (Tren digital-2)	87291-3	1.250
DMOS de señal para receptores de TV via satélite	880067	1.253
Q4: unidad de control MIDI (Placa pD1 cipal)	880178-1	2.478
Q4:unidad de control MIDI (Display/teclado)	880178-2	1.821
Controlador pantallas LCD alta resolución	*880074	4.752
<b>E115: DICIEMBRE 1989</b>		
Regulador de velocidad para reproductores de CD	880165	3.196
<b>E117: FEBRERO 1990</b>		
Telemando via red/emisor	TE049A	1.648
Telemando via red/receptor	TE049B	1.705
Temporizador fotográfico	TE057/85	858
<b>E118: MARZO 1990</b>		
Intercomunicador para motoristas	058/86	633
Sonda lógica de tensión	048/86	523
Reactivancia para fluorescente	047/86	518
Robot riego macetas	043/86	1.565
Regulador de luz por tacto	029/86	1.676
<b>E119: ABRIL 1990</b>		
Convertidor estático de tensión	TDE030/85	1.122
Fuente de alimentación universal	TDE 031/85	659
Termómetro para polímetro TOE	018/85	1.510
<b>E120: MAYO 1990</b>		
Generador de campo acústico	90V045	4.138
Frecuencimetro (doble cara)	90V044	3.339
Commutador RS232	90V041	3.516
<b>E121: JUNIO 1990</b>		
Medidor de ionización	90V051	1.488
Silenciador de audio	90V054	1.568
Comprobador VCR	90V043	1.328
Analizador E/S:		
Tarjeta de doble cara	*90V052	6.050
<b>E122/123: JULIO/AGOSTO 1990</b>		
Analizador E/S:		
Circuito principal	*90V053	5.600
Fuente alimentación universal de laboratorio:		
2 placas	*90V061	5.300
Detector MORSE RTTY:		
Placa grande	*90V063	10.450
Placa pequeña	*90V064	2.400
Limitador de volumen	*90V062	2.910
<b>E124: SEPTIEMBRE 1990</b>		
Generador de impulsos:		
Commutador Dip	90V081	950



Conmutadores Rotativos .....	90V082	1.275
Preamp para G Eléctrico:		
Tarjeta principal .....	90V083/3	4.250
Etapa reverberación .....	90V083/2	3.700
Placa conmutadores .....	90V083/1	2.068

## E126: NOVIEMBRE 1990

Disco estado sólido para PC.....	90V091	12.870
----------------------------------	--------	--------

## E127: DICIEMBRE 1990

Indicadores digitales para el automóvil:		
Medidor combustible (doble cara) 90V103		2.025
Indicador dos dígitos (doble cara) 90V102		2.025
Medidor de vacío .....	90V104	950
Medidor tensión:		
temperatura V acelle.....	90V105	950
Indicador 3 dígitos (doble cara) 90V101 Incl. en rev		
Frecuencímetro digital con Z-80:		
Placa principal (doble cara) .....	90V117	6.500
Amplificador (doble cara) .....	90V116	2.500
Prescaler (doble cara) .....	90V115	1.800
Display .....	90V118	3.525
Manómetro digital:		
Manómetros .....	90V119	1.450
Filtro vocal efectos sonoros .....	90V120	1.600
Indicador 3 dígitos doble cara .....	90V101	2.025

## E129: FEBRERO 1991

Tarjeta de Memoria para LaserJet 90V125		3.773
Laser de bolsillo .....	90V12	6.850
Conmutador de vídeo y audio .....	90V123-1	915

## E130: MARZO 1991

Secrófono de bajo coste .....	91V01	1.979
Transmisión de audio por la red		
Receptor AM .....	91V013	1.120
Transmisión de audio por la red:		
Receptor FM .....	91V014	1.120
Receptor de onda corta .....	91V015	1.050
Amplificador de audio HI-FI Fuente		
12V .....	91V017	1.848
Amplificador de audio HI-FI:		
Amplificador audio .....	91V018	1.848

## E131: ABRIL 1991

Amplificador de audio (Fuente AC) 91V016		1.850
Monitor de la red eléctrica .....	91V012	1.525
Fuente Universal .....	91V024	960
Medidor de radiación .....	91V021-1	3.346

## E132: MAYO 1991

Repetidor control remoto .....	91V022	962
Sistema de altavoces sin cable		
(transmisor) .....	91V023-	1.900
Sistema de altavoces sin cable		
(receptor) .....	91V023-2	1.125
Medidor de radiación circuito		
principal (doble cara) .....	91V021-2	2.420

## E133: JUNIO 1991

Simulador Subwoofer .....	91V042	3.358
Pestaurador de las señales de vídeo 91V041		4.745
Generador de barrido de audio .....	91V043	4.411

## E134 135: JULIO-AGOSTO 1991

Selector automático de resistencias 91V054		1.707
Fuente solar (convertor) .....	91V53/2	1.005
Fuente solar (regulador) .....	91V053/3	860
Fuente solar de alimentación		
(oscilador) .....	91V053/1	1.615
Generador de barrido de audio		
(fuente de alimentación) .....	91V051	2.277
Reloj binario (doble cara) .....	91V052	4.255

## E136: SEPTIEMBRE 1991

Comprobador de memorias .....	1V063	2.697
Sistema de bloqueo de llamadas		
teléfónicas .....	91V061	4.885
Generador sónico de alta intensidad 91V062		987

## E137: OCTUBRE 1991

Editor de vídeo doméstico .....	91V081	3.884
---------------------------------	--------	-------

Convertidor de banca OL/OM .....	91V082	1.750
Brújula electrónica .....	91V083	1.352
Equipo de pruebas basado en PC .....	91V084	3.950

## E138: NOVIEMBRE 1991

Oscilador estándar de 10MHz .....	91V091	3.320
Repetidor doméstico de FM estéreo 91V092		1.050
Amplificador de audio L/OM		
estéreo de 20 W .....	91V093	1.175

## E139: DICIEMBRE 1991

Medidor de campos magnéticos 91V1091		3.240
Terminal/monitor RS-232 .....	91V1092	2.618
Protector de altavoces .....	91V1093	1.243
Protector de altavoces .....	91V1094	1.124
Control de velocidad para trenes		
miniatura .....	91V1095	1.462

## E140 ENERO 1992

Codificador de llamadas para		
radioaficionado (codificador) .....	92V01	1.390
Codificador de llamadas para		
radioaficionado (decodificador) .....	92V02	3.063
Mezclador de efectos vocales .....	92V03	2.740
Analizador de averías para hornos		
microondas (circuito principal) .....	92V04	3.762
Analizador de averías para hornos		
microondas (circuito display) .....	92V05	2.635

## E141 FEBRERO 1992

Analizador lógico profesional de		
bajo coste (doble cara) .....	92V104	5.731
Multiplicador de canales para		
osciloscopio .....	92V103	2.195
Convertidor OC/OM .....	92V102	2.020
Sintetizador digital senoidal		
(doble cara) .....	92V101	3.660

## E142 MARZO 1992

Analizador de distorsión armónica 92V105		5.060
Fusible electrónico .....	92V106	2.387
Música en espera para teléfono		
doble cara .....	92V107	3.348

## E143 ABRIL 1992

Controlador de descarga de baterías 92V108		4.190
Alarma para local .....	92V109	2.140
Osciloscopio con monitor de vídeo 92V110		1.512

## E144 MAYO 1992

Interruptor de red programable		
(Base de tiempo) .....	92V201A	1.575
Interruptor de red programable		
(Contador decodificador) .....	92V201B	2.075
Interruptor de red programable		
(Alimentación) .....	92V201C	937
Hyper Clock .....	92V202	11.575

## E145 JUNIO 1992

Interface MIDI para PC .....	92V302	4.050
Amplificador de potencia		
para autorradio .....	92V301	9.460

## E146/147 JULIO/AGOSTO 1992

Sistema de desarrollo para microproce		
sador placa principal (doble cara) 92V601A		5.768
Sistema de desarrollo para microprocesador		
display y teclado (doble cara) .....	92V601B	4.718
Sistema de desarrollo para microprocesador		
tarjeta eprom (doble cara) .....	92V601C	1.852
Alímetro digital (parte analógica) .....	92V602A	2.276
Alímetro digital (parte digital) .....	92V602B	2.276
Controlador de luz MIDI (doble cara) 92V604		4.763
Control de velocidad para		
trenes (Tarjeta principal) .....	92V603A	2.297
Controlador de velocidad		
para trenes (Alimentación) .....	92V603B	2.297

## E148 SEPTIEMBRE 1992

Pedal para guitarra electrónica		
(Doble cara) .....	92V802	3.210
Fuente conmutada para laboratorio 92V801		2.909

Controlador para luces de automóvil 92V805		2.261
Comprobador de cables .....	92V803	3.210
Termóstato electrónico .....	92V804	1.935
Relé de estado sólido .....	92V806	840
Protector de altavoces .....	92V805	3.442

## E149 OCTUBRE 1992

Luz trasera para bicicleta .....	92V901	687
Transmisor de audio por ultrasonidos		
(transmisor) .....	92V902	2.216
Transmisor de audio por ultrasonidos		
(Receptor) .....	92V903	2.216
Controlador de luz midi (Doble cara) 92V604		8.075

## E150 NOVIEMBRE 1992

Comprobador de baterías		
de automóvil .....	92V1001	3.290
Sencillo frecuencímetro digital .....	92V1002	2.154
Llave de protección para el PC		
(Doble cara) .....	92V1003	3.658
El mini-transmisor de FM .....	92V1004	1.418

## E151 DICIEMBRE 1992

Control de motores		
paso a paso con un PC .....	92V1101	2.385
Generador de sonido relajante .....	92V1102	1.882
Decodificador de sonido envolvente 92V1103		2.596
E152 ENERO 1993		
Fusible electrónico .....	93V01	2.430
Detector de latidos del corazón .....	93V02	1.882
Verificador rápido de fusibles .....	93V03	2.120
Sintetizador controlado por ordenador 93V04		5.198

## E153 FEBRERO 1993

Sintetizador controlado		
por ordenador .....	93V04	5.196
Codificador telefónico .....	93V101	4.773

## E154 MARZO 1993

Marcarador telefónico de emergencia 93V102		3.170
Injector de corriente de 1 Ampario 93V201		2.002
Protector de FAX/MODEM .....	93V202	1.965
Botón de espera para teléfono .....	93V203	1.745

## E155 ABRIL 1993

Grabador personal de mensajes		
de estado sólido .....	93V401	3.110
Sencillo transmisor de FM .....	93V402	2.038
Sistema de vigilancia para bebés:		
Transmisor .....	93V403	2.659
Sistema de vigilancia para bebés:		
Receptor .....	93V404	2.178

## E156 MAYO 1993

Interfaz para puerto serie/paralelo 93V501		5.460
Interruptor de red con mando		
a distancia .....	93V503-A	1.575
Conector universal RS232 .....	93V502	4.587
Interruptor con mando a distancia		
(para MOD 1) .....	93V503-B	1.575

## E156 JUNIO 1993

Limitador de intensidad .....	93V504	1.930
Temporizador controlado		
por agenda digital .....	93V601	3.070
Arranque remoto del PC .....	93V602	4.362
Alimentación de arranque		
remoto del PC .....	93V603	2.772

## E158/159 JULIO/AGOSTO 1993

Frecuencímetro portátil		
de 2 MHz (display) .....	93V705	2.832
Caleidoscopio sónico .....	93V702	3.495
Conmutador de audio		
de 8 entradas .....	93V704	5.100
Frecuencímetro portátil		
de 2 MHz (digital) .....	93V705B	2.175

## E160 SEPTIEMBRE 1993

Sencillo marcador móvil .....	93V701	3.134
Medidor de temperatura		
muy versátil (Circuito principal) .....	93V703 A	4.894
Medidor de temperatura		
muy versátil .....	93V703 B	2.175
Medidor de temperatura muy		
versátil (Circuito de alimentación) .....	93V703 C	3.963

## Este mes...

Elektor núm. 161. Octubre 1993

	Referencia	P.V.P.
Programador de Eprom .....	EPS 93V102	7.511
Medidor de temperatura .....	EPS 93V703A	4.894
Servocontrolador de 8 canales .....	EPS 93V1001	2.441
Medidor de temperatura .....	EPS 93V703C	3.693

# m

## editor de temperatura muy versátil (y II)

**El presente capítulo continúa con los detalles de construcción de este controlador de temperaturas y presenta una serie de posibles aplicaciones del mismo.**

### m

#### edida del ancho de pulso

El ancho de pulso se puede medir de forma aproximada, utilizando un osciloscopio con

memoria, o de modo más preciso si se emplea un temporizador electrónico independiente. Como a la hora de realizar el prototipo no se disponía de un temporizador, se decidió la utilización de un ordenador para conseguir un temporizador de bajo precio con una precisión de  $\pm 10$  ms.

El circuito que se puede ver en la Fig. 9 utiliza el

pulso a fin de simular la acción de presionar uno de los botones del ratón, a través de un optoacoplador, para lograr el aislamiento adecuado. El ordenador interroga la pulsación realizada mediante el programa Basic, que se muestra en el apéndice 1. Este programa se ha escrito para controlar dos pulsos (uno por cada canal) cuando se superponen el uno al otro. Se pueden escribir programas parecidos para controlar dos pulsos que no se superponen en el tiempo, y también para un único pulso.

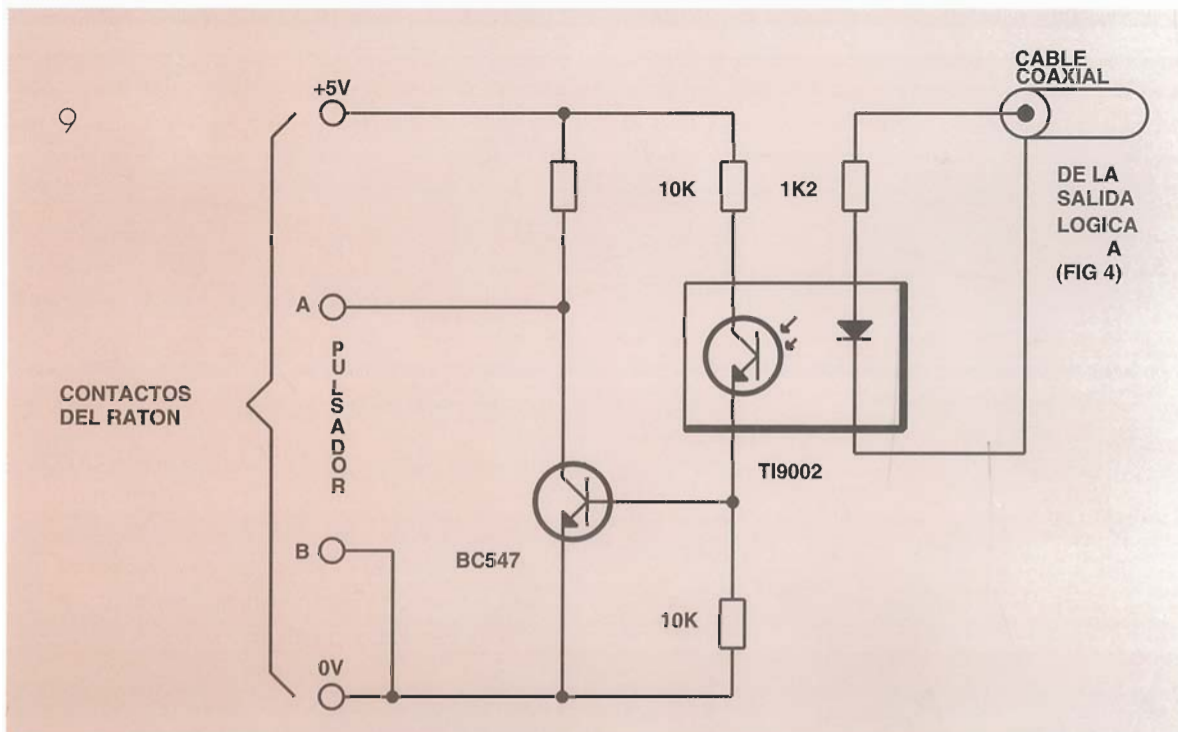
## Otros usos estándar de tensión

La salida de referencia de tensión (Fig. 4 del artículo anterior) permite usar de forma externa la referencia de tensión a través de un seguidor de tensión (IC5). Esta salida se puede utilizar para proporcionar un útil patrón de tensión para la calibración de voltímetros. El voltaje se puede seleccionar utilizando los tres conmutadores de temperatura (R11) entre 10 mV y 11,1 V en pasos de 10 mV. En los ajustes anteriores se supone que R12 (Fig. 4) se encuentra colocada

en una posición contraria al sentido de las agujas del reloj. Este control se puede utilizar en conjunción con R11 para ajustar la referencia de tensión a cualquier valor entre 1 mV y 11,1 V. La precisión de esta fuente de tensión depende si se han utilizado para R11 resistencias del 1% ó del 0,1%. Si se emplean resistencias de 0,1%, la precisión debería estar dentro del 0,2%, entre 1 V y 10,1 V, con una disminución de la precisión cuando la tensión de salida es inferior, a causa de un pequeño voltaje residual a través de R12 si se encuentra girada por completo en el sentido contrario a las agujas del reloj.

## Estimación de la velocidad de flujo de un fluido

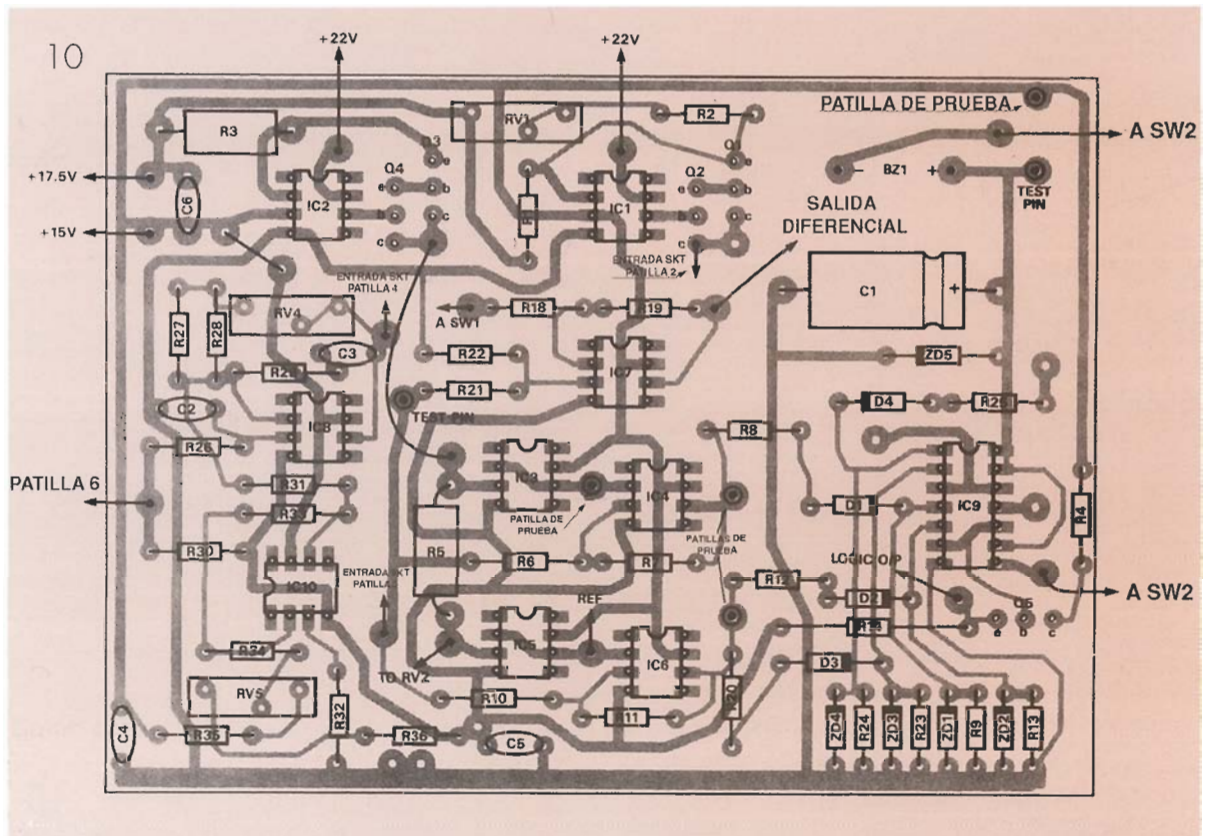
El equipo se configuró tal como se indica en la Fig. 13. Los sensores de resistencia de platino se conectaron a un tubo de cobre de 15 mm y se ajustó la llave de paso para permitir una determinada velocidad de flujo, la cual viene determina-



9.- Circuito de temporización.



10.-  
Disposición de  
componentes  
de la placa  
principal.



da por el tiempo que se tarda en llenar una jarra de medida.

La pinza caliente está formada por unos alicates de cabeza redondeada que se pueden adaptar al diámetro del tubo con un buen contacto térmico. Con la pinza caliente retirada, se permite que salga el agua durante bastante tiempo para obtener equilibrio térmico. Se ajustará R11 en los dos canales de manera que la temperatura de referencia se encuentre aproximadamente a  $0,1^{\circ}\text{C}$  por encima de la temperatura del tubo. La pinza se calienta en un mechero de gas y se coloca en el tubo, como se puede ver en la Fig. 13.

Cuando el agua calentada de esta forma alcanza el primer sensor comienza la temporización (utilizando la salida lógica 0), y cuando llega al segundo sensor termina la temporización. La distancia entre los sensores, el tiempo que tarda el agua en fluir entre los dos sensores y el diámetro del tubo, se conoce perfectamente, por lo que se puede calcular la velocidad de flujo. Utilizando este método, y comparándolo con la velocidad de flujo que se obtiene midiendo el tiempo que se tarda en llenar un recipiente de medida, se obtienen los siguientes resultados:

Velocidades de flujo entre 3 mL y 40 mL por segundo dentro del  $\pm 45\%$ .

Restringiendo las velocidades de flujo a valores por encima de 10 mL por segundo todos los resultados tienen un error negativo, por lo que en este rango de estimación se puede mejorar la precisión aumentando en un 20% los resultados obtenidos. En el caso de nuestra prueba, el depósito de nivel constante no era capaz de mantener flujos superiores a los 40 mL por segundo.

La razón por la que el porcentaje de error comienza a ser positivo a velocidades menores es debida a que el calor se transfiere más rápidamente por el tubo de cobre que a través del líquido en movimiento.

Es posible que se pueda mejorar de forma considerable este método de medida colocando un elemento delgado de cable aislado dentro del tubo y, posiblemente, descargando un condensador a través del elemento se puede lograr el incremento térmico necesario en el seno del fluido. Los sensores también se pueden montar dentro del tubo con su extremo delgado mirando hacia la dirección del flujo, para así no obstruir el libre desplazamiento del fluido en el tubo.

# Medida de la capacidad de condensadores electrolíticos de gran capacidad

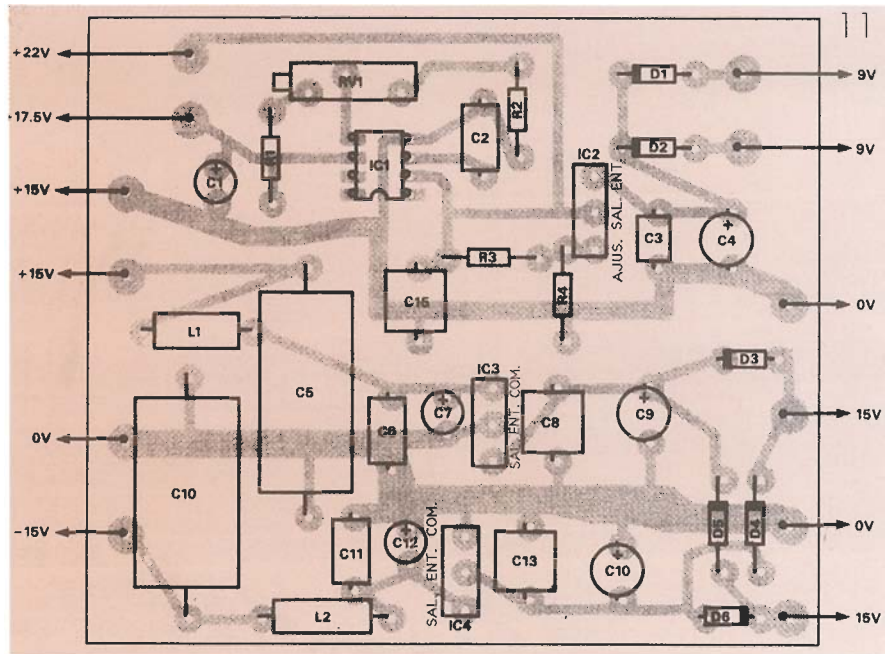
El circuito externo utilizado es el de la Fig. 14. Se conectará la salida de la Fig. 14 a la salida de señal del canal 1 con la sonda del canal 1 retirada. Se ajustará R11 a 1<sup>o</sup> C, con lo que sucederá lo propio en la tensión de referencia a 0,1 V.

Si el condensador electrolítico no se ha utilizado recientemente, habrá que prepararlo aplicándole una tensión adecuada hasta que la corriente de carga sea muy baja y constante. Seguidamente, se colocará el condensador en la posición que se indica en la Fig. 14, con el conmutador SW1 cerrado a la izquierda durante 1 minuto. Se abrirá SW1 y se medirá el tiempo que transcurre para que la tensión del condensador aumente desde 0,1 V hasta 0,2 V, es decir, midiendo el tiempo de duración del pulso de la salida lógica (A) de la Fig. 4. Hay que señalar que la tensión media a través de R durante este tiempo de temporización es de 10V. El valor de capacidad se puede leer de forma directa en términos de tiempo, tal como se indica a continuación:

CAPACIDAD	VALOR DE R	TIEMPO
10000 a 1000	100k	10s a 1s
1000 a 100	1M	10s a 1s
100 a 10	10M	10s a 1s

# aparatos de medida adicionales el coeficiente de emisión de baja temperatura

Las dimensiones del aparato de pruebas que se muestra en la Fig. 14 no son críticas, y el requisito principal es que la placa de aluminio más grande debe ser mucho mayor que las dos placas de

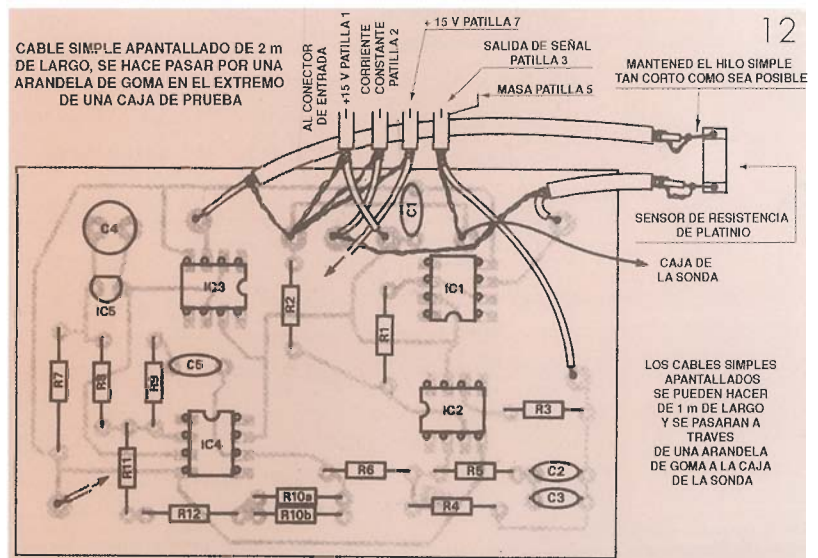


prueba. Asimismo, hay que hacer la placa de aluminio pequeña lo suficientemente ancha como para que se pueda taladrar a fin de recibir un sensor de temperatura montado en un encapsulado TO92, y de aproximadamente 2 cm de larga.

Se pegará la pequeña placa de aluminio en el centro de la grande, sobre la superficie superior con Superglue, de forma que la dimensión superior de la placa pequeña corra paralela a la dimensión mayor de la placa grande. La placa de aluminio se recubrirá por su superficie inferior con pintura mate, y con cualquier otra pintura que sea un aislante eléctrico por su parte superior. A continuación, se sujetará a la

11.-  
**Disposición de componentes de la fuente de alimentación.**

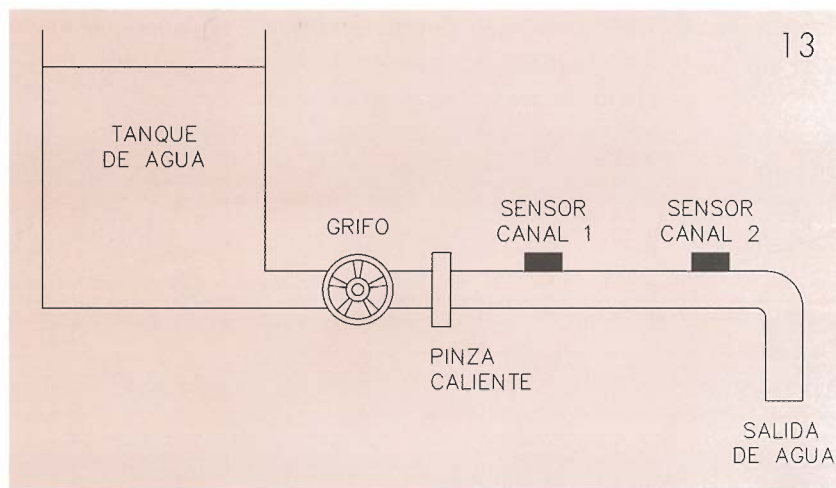
12.-  
**Disposición y cableado de la sonda.**



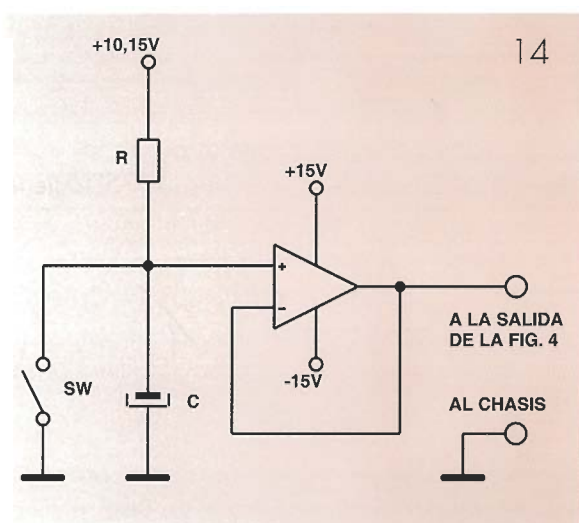


13.-  
Estimación de  
la velocidad  
de un fluido.

parte superior de la placa un elemento calefactor de cobre aislado, del calibre 28, con la ayuda de cinta aislante. Se comenzará pegando la primera parte del cable a lo largo de la placa, aproximadamente a 0,5 cm del extremo; luego, se doblará sobre sí mismo, procurando que la segunda parte del cable corra paralela a la primera, separada unos 0,5 cm



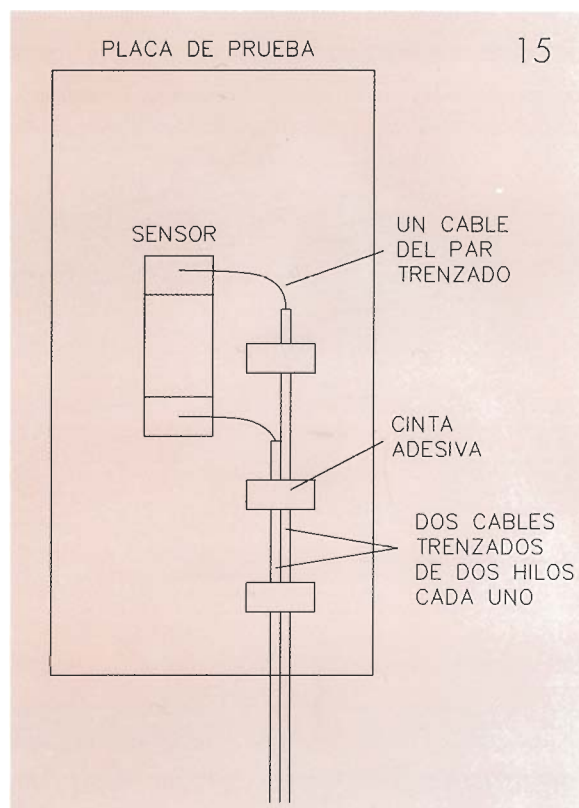
14.- Midiendo  
el valor de la  
capacidad de  
un  
condensador  
electrolítico de  
gran valor.



atornillará una tira de madera contrachapada de 60 mm de ancho entre los dos laterales de madera; pero, en este caso, se monta de forma que el extremo inferior de la tira de contrachapado se encuentre a nivel con el extremo superior de los laterales de madera. Estas tiras de contrachapado hacen que la estructura sea más firme, mientras que se dejan ranuras para que el aire caliente de la placa pueda pasar hacia arriba. Finalmente, el sistema se encuentra separado, sobre las placas de prueba, y

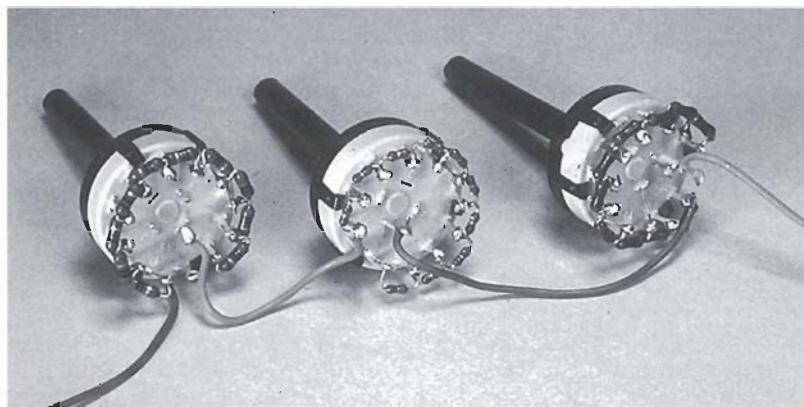
de la misma. Se sujetará el cable con cinta aislante y se repetirá el procedimiento hasta cubrir toda la placa. Se puede acoplar una pequeña cuña de madera a la parte interna de cada uno de los extremos de madera para sujetar la placa de aluminio. La parte superior de esta placa deberá estar a 25 mm de la parte superior de los extremos, de forma que cuando se coloque la lámina de poliestireno su parte superior sobresalga de éstos. La placa de cobertura de madera se puede sujetar con tornillos a los extremos para mantener todo en posición. En la parte trasera del aparato se atornillará una tira de madera contrachapada de 60 mm de 130 mm de ancho, y lo suficientemente larga como para que llegue de uno de los extremos de madera al otro, de forma que el extremo inferior de contrachapado se encuentre por encima de la parte inferior de los laterales de madera. De igual modo, se

15.- Montaje  
de los sensores  
de resistencia  
de platino en  
las placas de  
prueba.

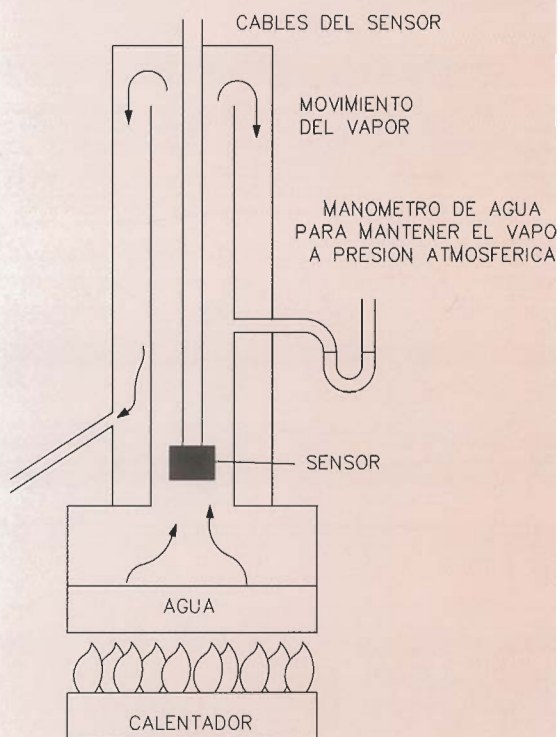


como el calor de convección puede escapar con facilidad hacia arriba, se puede despre-  
ciar la transferencia de calor por convección  
desde la placa caliente hasta las placas de  
prueba.

Las placas de prueba son de cobre, de 300 mm x 167 mm x 1 mm. Una de las placas está cubierta de negro humo, que tiene un bajo coeficiente de emisión de aproximadamente 0,95. La otra placa de prueba se encuentra cubierta por la superficie que desea probar.



16



**e** l circuito de control de temperatura

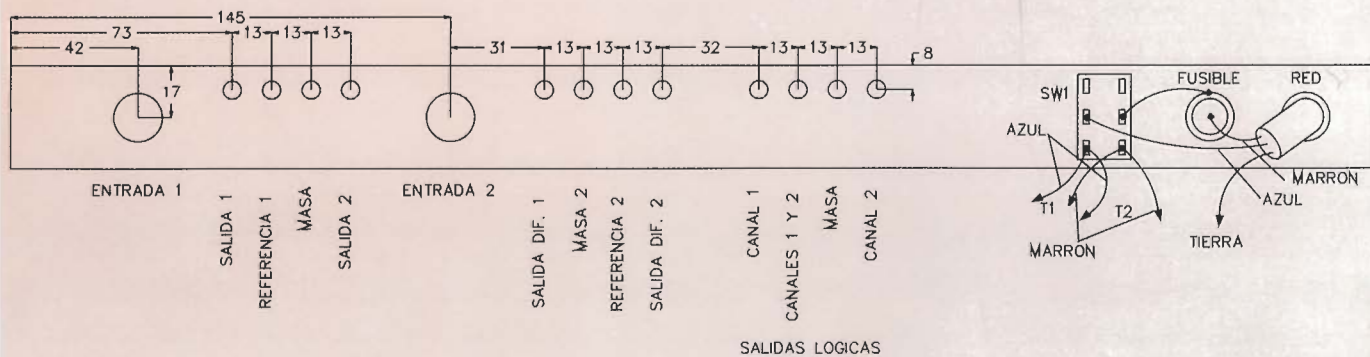
El circuito de control es el que se puede ver en la Fig. 12. El sensor de temperatura LM35DZ tiene una salida de 10 mV por grado Celsius. Este sensor se encuentra montado sobre un bloque en la parte superior de una gran placa de aluminio, como se puede ver en la Fig. 19. IC1 es una referencia de tensión de 1,2 V; R2 y R3 forman un divisor de tensión que reduce los 1,2 V a 480 mV.

Cuando la temperatura de la placa de aluminio se aproxima a los 48° C, la salida del sensor LM35DZ se aproxima a los 480 mV, de forma que la entrada de IC2 se hace muy pequeña a partir de que la temperatura se estabiliza a 48° C. Esta temperatura no es crítica, aunque conviene trabajar siempre a la misma temperatura para asegurar unos resultados consistentes. La temperatura también es típica de un panel solar en funciona-

16.-  
Manteniendo  
los sensores de  
temperatura a  
100° C.

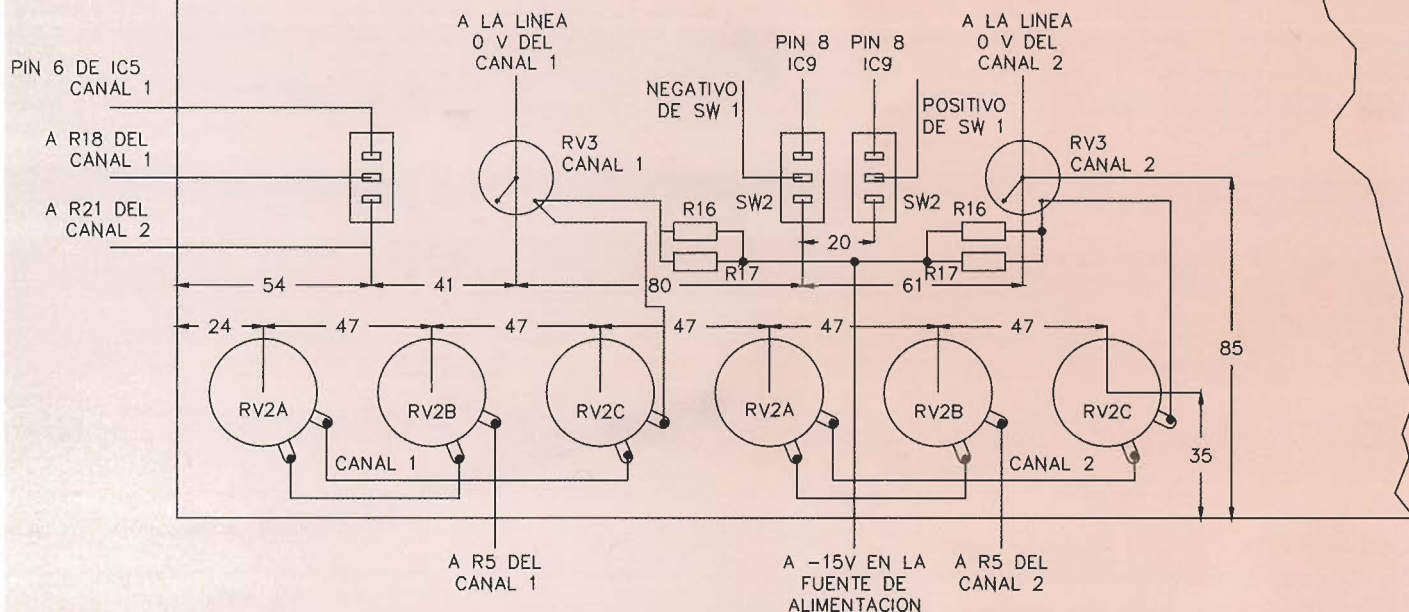
17.- Diagrama de cableado.

17





# 18.- Cableado del panel frontal.

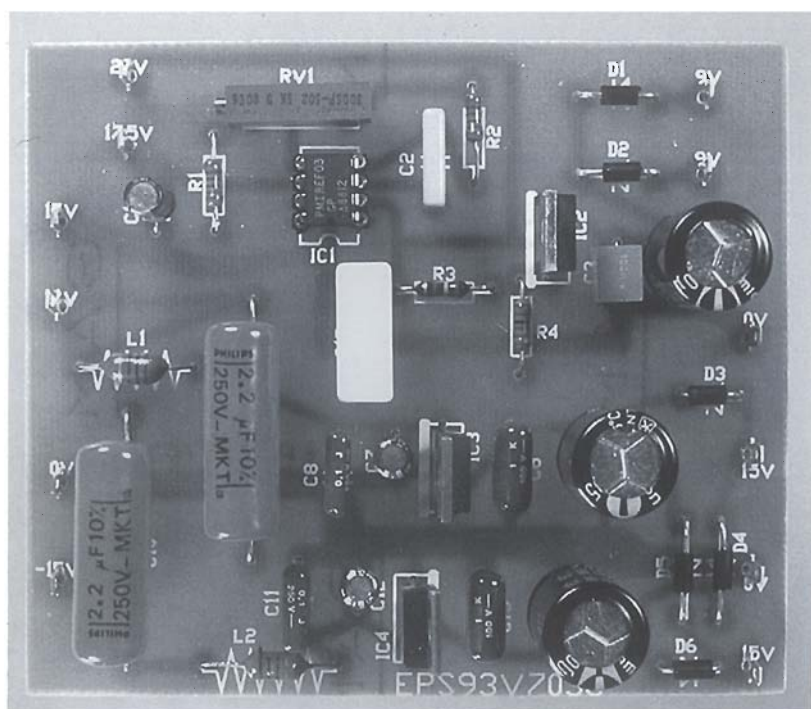


## Componentes de la fuente de alimentación.

miento. La tensión de alimentación se determinó mediante dos fuentes de alimentación de elevada carga de trabajo. El transistor de potencia 2N3055 se encuentra montado en una hoja de aluminio plano de 250 mm x 90 mm, el cual resultaba lo suficientemente largo como para ser

atornillado a uno de los laterales de madera de la Fig. 19.

En teoría, todos los cuerpos cuya temperatura se encuentra por encima de los cero grados Kelvin ( $-273^{\circ}\text{C}$ ) emiten radiación electromagnética. El tamaño del ancho de banda y la longitud de onda se determinan primariamente por la temperatura del cuerpo. Con respecto al uso eficiente de la energía solar, estamos afectados predominantemente por la radiación del sol, el cual es un cuerpo a una temperatura de aproximadamente  $6.000^{\circ}\text{K}$ , y la radiación de las superficies colectoras calentadas por el sol puede fluctuar desde la temperatura ambiente hasta los  $100^{\circ}\text{C}$  o más. La mayor parte de la radiación del sol se encuentra en el rango entre los 0,3 y los 3 micrones, mientras que la radiación desde el colector a  $100^{\circ}\text{C}$  tiene un rango entre 3 y 50 micrones. Usando esos valores, una superficie de colector ideal podría tener un coeficiente de absorción de 1,0, entre 0,3 micrones y 3 micrones, y un coeficiente de emisión 0 entre 3 y 50 micrones. En el mundo real esto es imposible. Sobre idéntico rango de absorción, el coeficiente tiene el mismo valor que el de emisión y, en nuestro caso, es más fácil medir el coeficiente de absorción. En la práctica, podemos obtener una superficie con un coeficiente de absorción de



0,95, entre 0,3 y 2 micrones, y cambiar a un coeficiente de absorción de 0,1 cuando la longitud de onda se encuentra por debajo de los 4 micrones, con lo que entonces tendremos una buena superficie selectiva. Obviamente, hay muchos otros factores que han de considerarse, tales como la variación de las características con el tiempo, la temperatura y la humedad.

El coeficiente de emisión ( $e$ ) se puede definir como:

$$e = \frac{\text{potencia emitida por el cuerpo bajo prueba}}{\text{potencia emitida por un cuerpo negro similar.}}$$

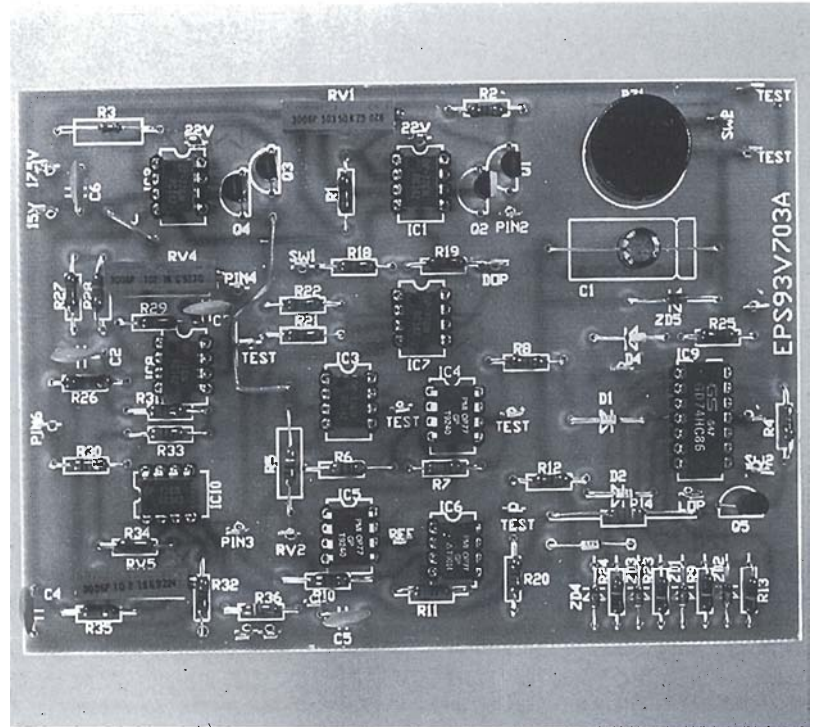
Dado que es posible hacer las mediciones a la misma temperatura, se puede decir que:

$$e = \frac{\text{potencia absorbida por el cuerpo bajo prueba}}{\text{potencia absorbida por un cuerpo negro similar.}}$$

La potencia absorbida por un cuerpo (en vatios) se puede expresar como:

Masa del cuerpo x calor específico del cuerpo x 4,2 x velocidad de aumento de la temperatura del cuerpo.

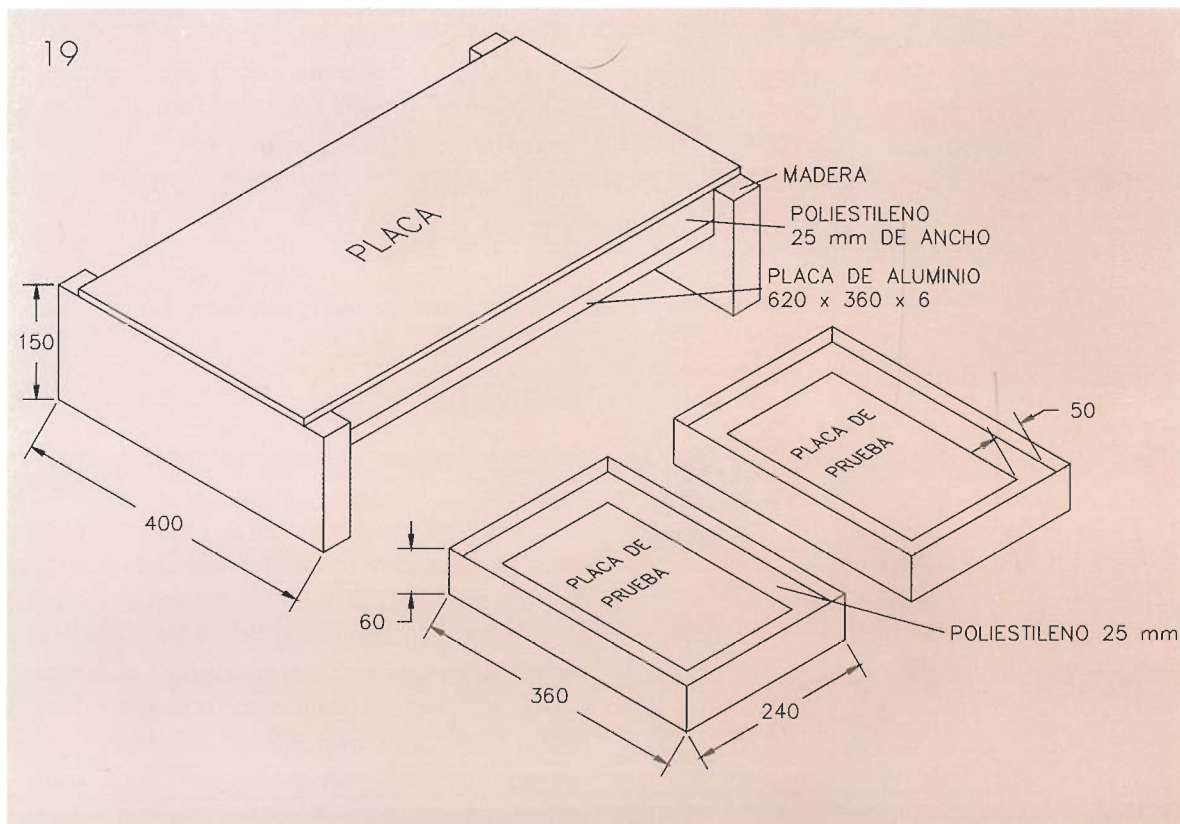
Esto significa que la ecuación 2 se pueda escribir como:



(Masa x calor específico x 4,2 x velocidad de aumento de la temperatura)

$$e = \frac{\text{(Masa del cuerpo negro x calor específico del cuerpo negro x 4,2 x velocidad de aumento de la temperatura).}}{\text{(Masa del cuerpo negro x calor específico del cuerpo negro x 4,2 x velocidad de aumento de la temperatura).}}$$

**Componentes de la placa principal.**



**19.- Aparato para la medición del coeficiente de emisión de baja temperatura.**



En nuestro caso, los cuerpos que se están considerando son placas de cobre, las cuales tienen la misma masa y el mismo calor específico, por lo que estas cantidades se pueden eliminar en la ecuación 3, junto con el 4,2, que es la conversión de calorías a julios. Ahora, tenemos que:

$$e = \frac{\text{(velocidad de aumento de la temperatura de la placa bajo prueba)}}{\text{(velocidad de aumento de la temperatura de la placa negro humo)}}$$

Mediremos el aumento de la temperatura calculando el tiempo que tarda en aumentar 1° C.

$$\text{Velocidad de aumento de la temperatura} = \frac{(1 \text{ grado})}{(\text{Tiempo en aumentar 1 grado})}$$

Sustituyendo esta expresión en la ecuación anterior, tenemos:

$$e = \frac{(\text{Tiempo del cuerpo negro para aumentar su temperatura 1 grado})}{(\text{Tiempo de la placa bajo prueba en aumentar su temperatura en 1 grado})}$$

20.- Indicación de la salida utilizando un medidor analógico.

La placa teórica "cuerpo negro" aumentará su temperatura en 1 grado centígrado más rápidamente que la placa bajo prueba porque el cuerpo negro es el mejor absorbente posible de la radiación. Esto implica que el valor de "e" siempre será menor que la unidad. Utilizando la ecuación anterior podemos (mentalmen-

te) encontrar el coeficiente de emisión de la placa de referencia. Esta placa de referencia sirve para que se puedan comparar con ella otras placas.

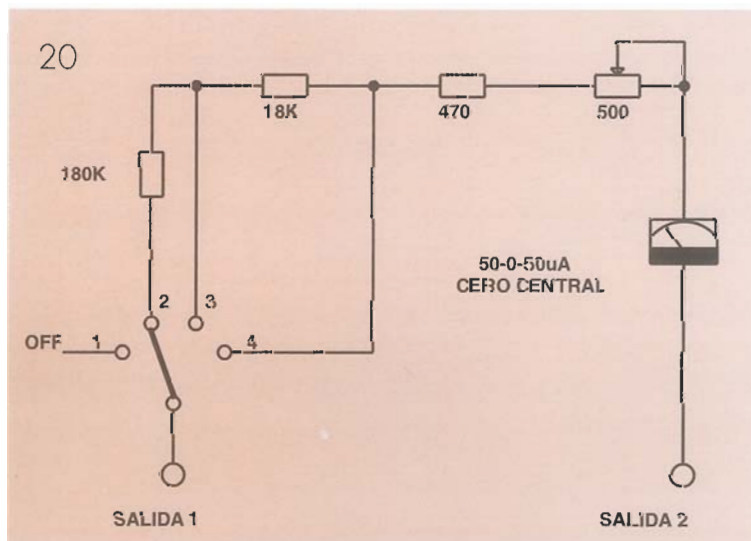
$$e_{\text{ref}} = \frac{\text{Tiempo que tarda el cuerpo negro en aumentar su temperatura en } 1^{\circ} \text{ C}}{\text{tiempo que tarda la placa de referencia en aumentar su temperatura en } 1^{\circ} \text{ C.}}$$

Si se usa ahora una placa para referencia, cuyo valor de «e» es conocido por un trabajo publicado previamente, entonces se puede modificar la ecuación anterior, a fin de obtener el tiempo que tarda el cuerpo negro en aumentar 1° C.

$$e = \frac{e_{\text{ref}} \times (\text{tiempo que tarda la placa de referencia en aumentar } 1^{\circ} \text{ C})}{\text{tiempo que tarda la placa bajo prueba en aumentar } 1^{\circ} \text{ C.}}$$

En la práctica se utilizará la ecuación anterior, ya que elimina la necesidad de una placa teórica de cuerpo negro. El negro humo, con un grosor mayor que 0,003 pulgadas, se puede utilizar como referencia con  $e_{\text{ref}}=0,95$  cuando se comprueba el bajo coeficiente de emisión de temperatura, y  $e_{\text{ref}}=0,96$  cuando se comprueba el coeficiente de absorción solar.

Se pueden utilizar como referencias otras superficies menos frágiles mediante su contraste con la superficie de negro humo.



Como mantener los sensores de temperatura a 0°C

Para este fin, se fabricarán algunos cubitos de hielo colocando agua destilada en una cubeta limpia dentro del congelador. Los cubitos de hielo se pueden introducir en una bolsa de plástico, para así romperlos sin que se contaminen, y después habrá que colocarlos en termos limpios. Los sensores de temperatura es necesario que se coloquen en el interior de pequeños tubos de metal, que se sellarán en su extremo inferior y contarán con el espacio justo para contener el sensor. En la prueba realizada por nosotros, se utilizó la parte supe-

rior de una pluma estilográfica que estaba hecha con una pieza de metal y, en consecuencia, resultaba completamente hermética. Asimismo, será necesario algún tipo de conductor térmico al final del tubo para asegurar un buen contacto térmico con éste. Se utilizó cinta de PVC para aislar los cables que salen del sensor del tubo, y en torno a éste, de modo que se formó un sellado hermético para evitar la posibilidad de que entre agua en el tubo. Ahora, se colocará el tubo en el hielo, de forma que la parte superior del tubo se mantenga fuera del hielo picado. Una vez sacados los cables del termo, se tapanán las posibles holguras que pueda haber con algodón, para así minimizar el flujo de calor hacia el termo.

Se medirá la temperatura a intervalos de tiempo, aunque en algún momento ese cálculo pueda resultar erróneo. A raíz de estas lecturas se podrá comprobar que la temperatura aumentará muy lentamente, según penetre el calor ambiental en el termo. Cuando la temperatura alcance los cero grados centígrados durante bastante tiempo, se estará produciendo el cambio del hielo en agua. Es conveniente sacudir el termo de vez en cuando con golpes suaves sobre una superficie dura para mantener el hielo y el agua mezclados. Obviamente, el tiempo de temperatura constante dependerá del buen aislamiento térmico del termo, pero se debe estar seguro de que permanecerá al menos durante un par de horas para reconocer que se está en la región estable y otro tanto para hacer el ajuste del equipo.

El punto de congelación se reduce en  $0,0075^{\circ}\text{C}$  con el incremento de la presión atmosférica en 1.013 milibares (una atmósfera). El peor caso para el cambio en la presión atmosférica, a partir del valor medio, es de aproximadamente 50 milibares. Esto proporcionará una variación en el punto de congelación de  $0,00037^{\circ}\text{C}$ , lo que significa que se pueden ignorar los cambios en la presión atmosférica, en lo que respecta al punto de referencia cero.

El recipiente de doble pared en el sistema mostrado reduce la disminución de la temperatura

en la región del sensor. La presión del aire se debe controlar mediante un barómetro y realizar la siguiente corrección:

Los cambios en la temperatura a partir del punto de  $100^{\circ}\text{C} = 273 \times 10^{-4} (760P)$

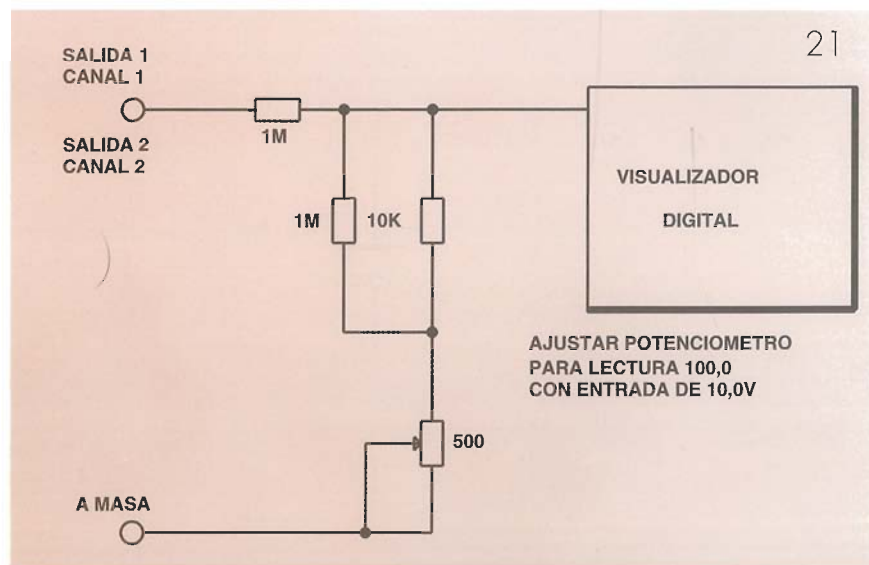
Donde P es la presión atmosférica en milímetros de mercurio.

Si no se hace una corrección de la presión, en el peor de los casos el error será ligeramente superior a  $1^{\circ}\text{C}$ .

El método de calibración mostrado anteriormente es probablemente el único adecuado para el sensor con funda. Como el sensor de resistencia de platino no utilizado carecía de funda (para que tuviera la menor constante de tiempo posible), y como el ajuste del aparato a  $100^{\circ}\text{C}$  es más bien tedioso, se tomó el camino fácil y se hizo la calibración frente a una resistencia precisa, como se explicó con anterioridad. Dado que muchas de las medidas son comparativas, este método proporciona una precisión suficiente para la mayoría de los propósitos.

## Método alternativo

Se calibrarán dos sensores de resistencia de platino utilizando el método de la resistencia. Se reemplazará uno de los sensores de resistencia por un sensor semiconductor. Se montarán los sensores en una placa de metal. Mediante el calentamiento y enfriamiento de la placa se ajustará el sensor semiconductor, de forma que indique lo mismo que el sensor de resistencia de platino a  $0^{\circ}\text{C}$  y a  $100^{\circ}\text{C}$ .



21.- Interfaz con un visualizador digital.





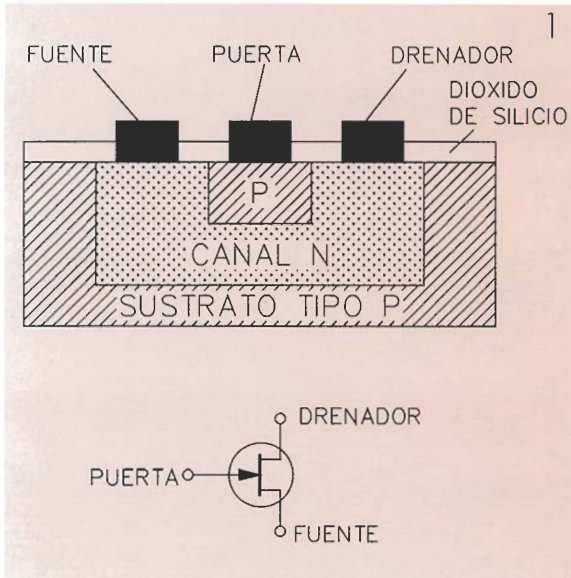
# Transistores de unión de efecto de campo

**Aprendamos la forma de polarizar los FET de unión y de aplicarlos a diversos circuitos prácticos de amplificador, osciladores y convertidores.**

Los transistores de unión de efecto de campo (JFET) tienen una característica interesante que los separa de los transistores bipolares. Este artículo contiene esquemas de una selección de circuitos prácticos realizados con JFET, que van desde los amplificadores y voltímetros analógicos hasta osciladores y un convertidor CC a CA.

Con anterioridad, en muchos artículos, ya se han

explicado las diferencias entre los JFET y los MOSFET, así como la definición del término FET. Convendría repasar algunos conceptos relacionados con los FET, a menos que realmente ya se esté familiarizado con su funcionamiento, símbolos y términos, antes de seguir con el presente artículo. Las muchas combinaciones y permutaciones de los FET de canal P o de canal N, funcionando en



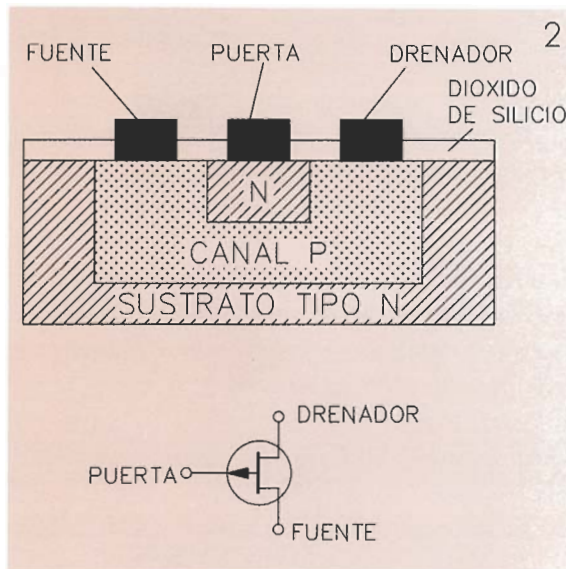
el modo de mejora y de reducción, pueden confundir con facilidad incluso hasta los diseñadores de circuitos con experiencia.

## Revisión de los JFET

El objetivo de este artículo, el JFET de pequeña señal de propósito general, posee los mismos terminales que los otros FET: fuente, drenador y puerta. El JFET es un dispositivo unipolar cuyo funcionamiento depende únicamente del movimiento de los portadores mayoritarios -electrones o huecos-, no de ambos, como ocurre en los transistores bipolares. Como un transistor que funciona por tensión, la tensión adecuada aplicada a la puerta del JFET controla el flujo de corriente entre el drenador y la fuente. En la Fig. 1a se puede ver un corte de un moderno JFET de canal N de difusión planar, mostrando sus tres terminales y sus tres regiones dopadas: sustrato, canal fuente-drenador y puerta. La Fig. 1b es el símbolo esquemático para un JFET de canal N. La barra vertical representa la región del canal normalmente conductiva. (La simetría del JFET permi-

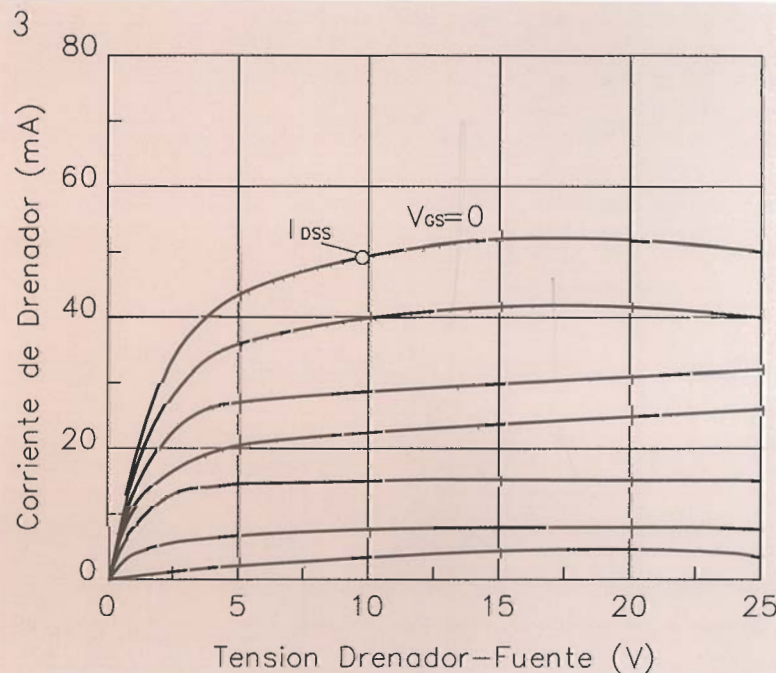
te que se puedan intercambiar los terminales de la fuente y el drenador). La Fig. 2b muestra el símbolo esquemático para el JFET de canal P y dispone de una flecha, apuntando hacia afuera de la barra, que representa el canal.

Todos los JFET funcionan en el modo de reducción. Esto significa que la corriente máxima fluye en el canal fuente-drenador cuando la polarización de la puerta es 0. Para reducir o eliminar por completo esta corriente, la puerta se debe polarizar a la inversa. En un JFET de canal N se debe aplicar una polarización negativa, mientras que en un JFET de canal P ha de aplicarse una polarización positiva.



1.- Un JFET de canal N de difusión (a) y símbolo esquemático (b).

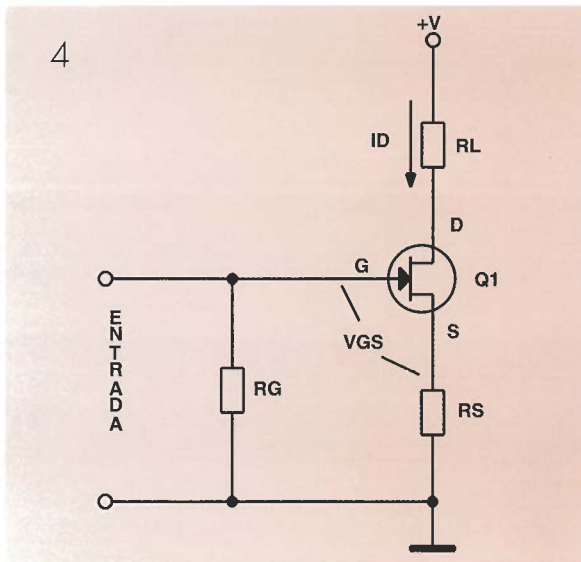
2.- Un JFET de canal P de difusión (a) y símbolo esquemático (b).



3.- Curvas características de un drenador de JFET de canal N.



4.- Esquema de autopolarización del JFET.



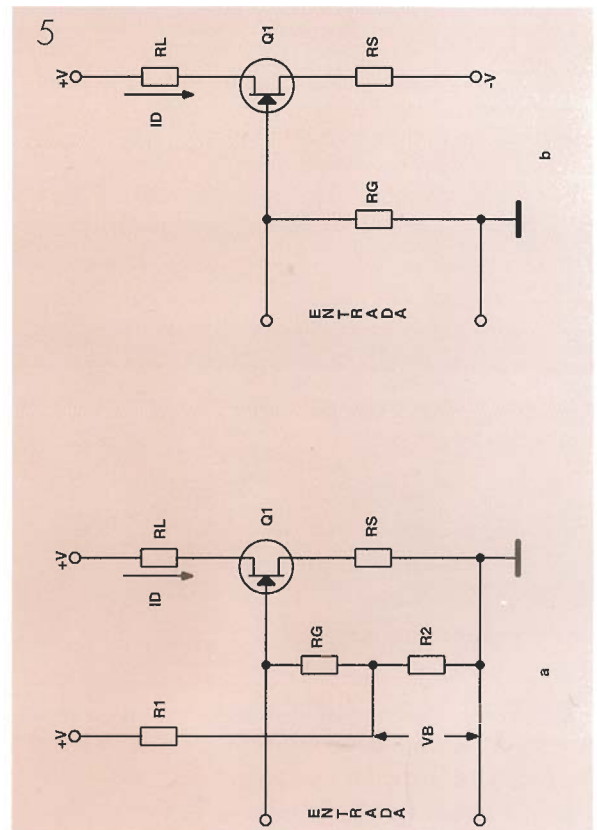
5.- Esquemas de polarización de desplazamiento para JFET con alimentación +V (a), y +V y -V (b).

La Fig. 3 muestra una familia de curvas característica de drenador, para un JFET de canal N. Asimismo, señalaremos que la amplitud de la corriente de drenador ( $I_D$ ), disminuye cuando la polarización de la puerta ( $V_{GS}$ ) se convierte en más negativa a partir del valor  $V_{GS}=0$ . La familia de curvas para el JFET del canal P son similares, excepto en que los valores de polarización se convierten en más positivos con la disminución de la corriente de drenador. Todos los esquemas de este artículo se encuentran basados en el clásico JFET de canal N, 2N3819. Este dispositivo apareció hace 25 años y se encuentra encapsulado en plástico con una cápsula TO-92 de tres terminales. La tabla 1 propor-

ciona los valores máximos para este dispositivo a 25° centígrados de temperatura en el aire libre. Si se desea construir estos circuitos con un JFET de canal N distinto del 2N3819, hay que asegurarse de que las características eléctricas del sustituto son iguales a la del 2N3819. También se procurará que la disposición de las patillas sea similar.

## polarizando el JFET

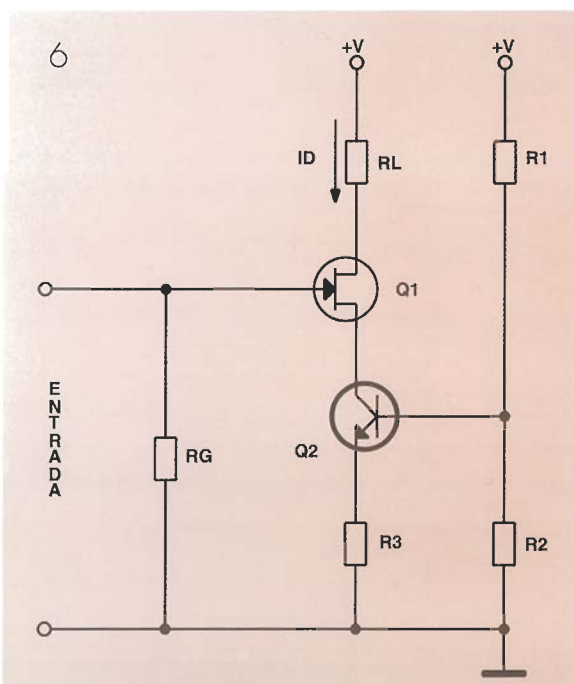
El JFET trabajará en circuitos digitales y lineales. En un amplificador analógico de baja distorsión se le debe hacer funcionar en su región lineal



mediante la polarización inversa de su puerta en relación con su fuente. Existen técnicas comunes para la polarización de los JFET: SELF, OFFSET y CORRIENTE CONSTANTE.

La autopolarización o SELF-BIASING se puede ver en la Fig. 4. La puerta del JFET se encuentra puesta a masa a través de la resistencia  $R_G$ , y la resistencia  $R_S$  coloca a masa la fuente. Cualquier corriente que pase a través de  $R_S$  hace que la fuente sea positiva con respecto a la puerta, de manera que la puerta queda polarizada de forma

6.- Esquema de polarización de JFET por corriente constante.

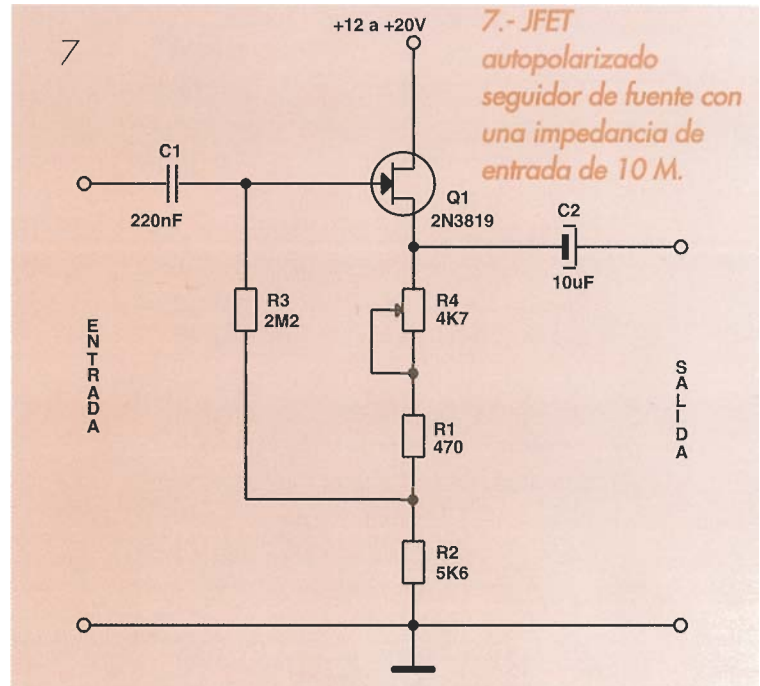


inversa y efectiva. Si la corriente de drenador ( $I_D$ ) se ajusta a un 1 mA, y se sabe que la tensión de polarización puerta-fuente ( $V_{GS}$ ) tiene que ser de 2,2 voltios, se debe determinar el valor correcto para la resistencia de fuente  $R_S$ .

Esta polarización correcta se puede obtener mediante un valor de 2,2 k para la resistencia  $R_S$ . Mediante la ley de Ohm, si aparecen 2,2 voltios a través de una resistencia de fuente de 2,2 k, fluirá a través de ella una corriente de 1 mA. Si la corriente de drenador disminuye, la tensión de polarización puerta-fuente también disminuirá, lo cual provoca que aumente la corriente del drenador de forma contraria al cambio original y, en consecuencia, la polarización se regula automáticamente a través de la realimentación negativa.

El valor de la polarización puerta-fuente, necesaria para ajustar una determinada corriente de drenador, puede variar ampliamente incluso entre JFET idénticos en circuitos reales. Por ello, la única forma segura de ajustar una corriente de drenador precisa es probar con varias resistencias de fuente o utilizar un potenciómetro. Con independencia de la forma en la que se obtenga, la autopolarización resulta satisfactoria en la mayoría de las aplicaciones prácticas y solamente se necesitan unos pocos componentes externos. Por este motivo, todavía es la forma más popular de polarizar un JFET.

El segundo esquema de polarización de desplazamiento OFFSET-BIASING se ilustra en la Fig. 5a. Proporciona una polarización de puerta más precisa que la autopolarización. Aquí, la tensión de la



unión de las resistencias  $R_1$  y  $R_2$  se aplica como una polarización fija positiva a la puerta, a través de la resistencia de puerta  $R_G$ . La tensión en la fuente iguala esta tensión de polarización menos el valor negativo de la polarización puerta-fuente. Por lo tanto, si la tensión de puerta es grande con respecto a la polarización puerta-fuente, la corriente de drenador se controla principalmente mediante  $R_S$  y la tensión de puerta; y no está muy influenciada por las variaciones de la polarización de puerta-fuente entre varios JFET individuales. La polarización de desplazamiento permite ajustar la corriente

**TABLA 1.-**  
Valores  
máximos para  
el JFET de  
canal N  
2N3819 (25°  
de temperatura  
libre del aire)

**TABLA 1**

PARAMETRO			UNIDAD
TENSION DE RUPTURA PUERTA-FUENTE	$V_{(BR)GSS}$	-40	V
CORRIENTE DE DRENADOR DE TENSION DE PUERTA CERO	$I_{DSS}$	20	mA
TRANSCONDUCTANCIA DIRECTA	$g_{fs}$	7.0	mmho
PERDIDA INVERSA DE PUERTA	$I_{GSS}$	-100	pA
RESISTENCIA ACTIVADA	$r_{DS}$	500	ohms
TENSION DE BLOQUEO	$V_{GS(OFF)}$	-6	V
CONDUCTANCIA DE SALIDA	$g_{os}$	10	umho
CAPACITANCIA DE ENTRADA	$C_{rss}$	0.9	pF
CONDUCTANCIA DE ENTRADA	$C_{iss}$	4.0	pF
GANANCIA DE POTENCIA	$G_{ps}$	12	dB
DISIPACION DE POTENCIA		360	mW



del drenador de forma precisa, evitando la selección de una resistencia en concreto. Se puede obtener un resultado similar colocando la puerta a masa y acoplando el extremo inferior de la resistencia de fuente a una tensión negativa elevada, como se muestra en la Fig. 5b.

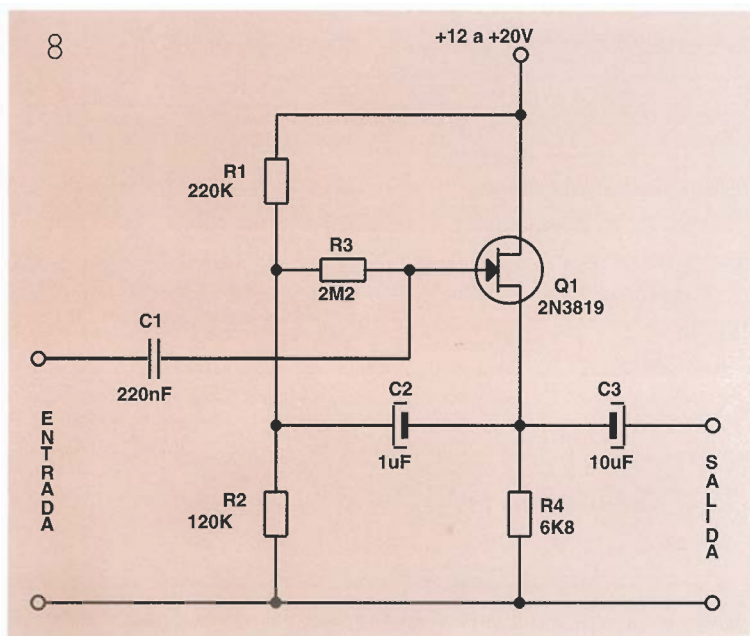
El tercer esquema de polarización de CORRIENTE CONSTANTE es la Fig. 6. En este caso, la resistencia de fuente queda reemplazada por el transistor NPN Q2, el cual se encuentra configurado como un generador de corriente constante. Consecuentemente, este transistor determina la corriente del drenador. La corriente constante se ajusta mediante la tensión de base de Q2, que se define a partir del divisor de tensión R1-R2 y de la del emisor R3.

La resistencia R2 se puede sustituir por un diodo Zener u otra referencia de tensión. De esta forma, en este circuito de polarización, la corriente del drenador es independiente de las características del JFET y se obtiene una elevada estabilidad de polarización. Sin embargo, esta mejora se obtiene a costa de una serie de componentes adicionales.

En los tres esquemas de polarización, la resistencia RG puede tener cualquier valor de hasta aproximadamente 10 M. Este límite es impuesto por la caída de tensión a través de la resistencia producida por las corrientes de pérdida de puerta, las cuales podrían alterar las condiciones de polarización.

la Fig. 7 se ilustra un simple amplificador seguidor de fuente. Se encuentra autopolarizado y la corriente de drenador se puede variar con el potenciómetro R4. Este amplificador autopolarizado seguidor de fuente, podrá trabajar a partir de cualquier tensión positiva entre 12 y 20 voltios. El potenciómetro R4 debería ajustarse de forma que la tensión de reposo a través de R2 sea 5,6 voltios, lo que proporciona una corriente de drenador de 1 mA. Se

8.- Este JFET seguidor de fuente con polarización de desplazamiento tiene una impedancia de entrada de 44 M.

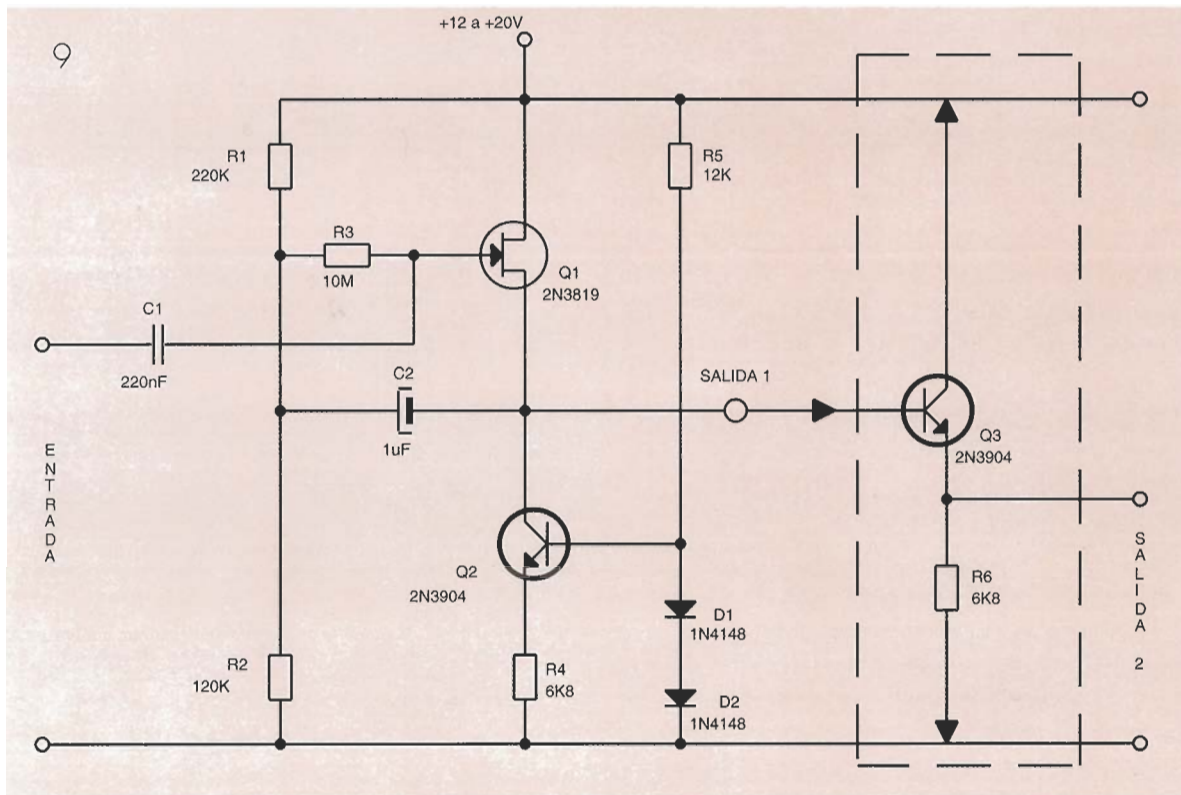


puede esperar una ganancia en tensión de aproximadamente 0,95 entre la entrada y la salida. Debido a la división de tensión en la unión del potenciómetro R4 en serie con R1 y la resistencia R2 se aplica cierta autoelevación a R3. En este circuito, en el que la salida se toma del emisor, la tensión de salida afecta directamente a la polarización; y, en este amplificador, los pulsos de salida negativos provocan un incremento en la tensión negativa a la entrada, mientras que la salida positiva provoca una reducción en la tensión negativa en la entrada.

La entrada se aplica entre la fuente y la puerta. En este circuito el efecto de autoelevación multiplica el valor efectivo de R3 en un factor de aproximadamente 5. La impedancia de entrada en el circuito es de aproximadamente 10 M, en paralelo con unos 10 pF. Por lo tanto, la impedancia de entrada puede ser tan alta como 10 megaohmios a frecuencias muy bajas. Sin embargo, este valor cae aproximadamente a 1 megaohmio cerca de los 16 kHz y desciende a aproximadamente 100 k a

## Seguidores de fuente

Los transistores JFET en los amplificadores lineales se configuran normalmente como amplificadores de fuente común o de drenador común (seguidores de fuente). Estos son los equivalentes JFET de los amplificadores de emisor común y de colector común (seguidor de emisor) para los transistores bipolares. El amplificador seguidor de fuente ofrece una impedancia de entrada muy alta y una ganancia en tensión, y en conjunto, próxima a la unidad; de ahí que también se le denomine seguidor de tensión. En



9.- Este amplificador JFET seguidor de fuente, con transistores bipolares en su circuito de fuente, tiene una impedancia de entrada de 500 M.

160 kHz. La Fig. 8 muestra un amplificador seguidor de fuente alternativo, que posee polarización de desplazamiento. No se necesita ajuste de resistencia en este amplificador y su ganancia en tensión, y en conjunto, es de aproximadamente 0,95. El condensador electrolítico C2, que proporciona autoelevación, aumenta el valor efectivo de la resistencia de puerta R3 en aproximadamente 20; sin embargo, no se requieren para el funcionamiento normal del amplificador.

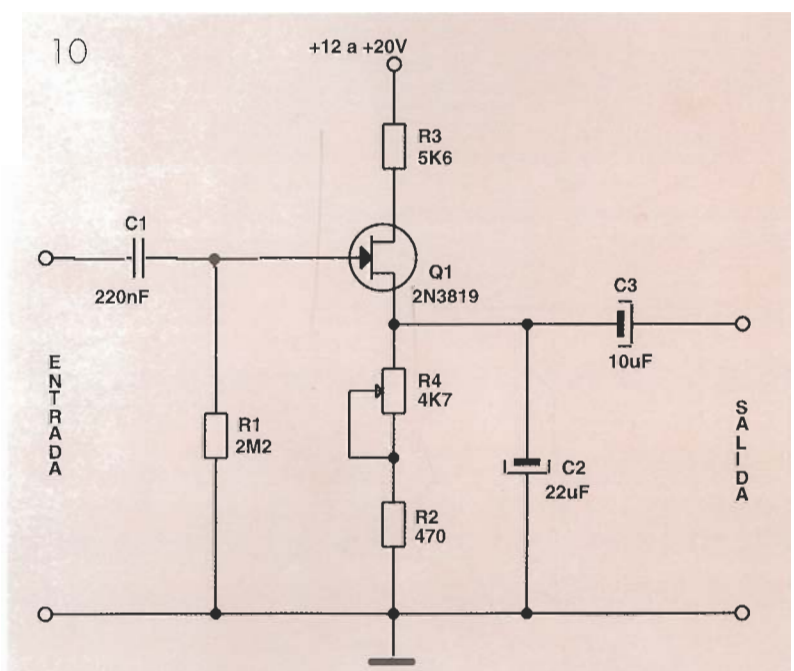
Con C2 fuera del amplificador, la impedancia de entrada del seguidor de fuente es de aproximadamente 2,2 M en paralelo con 10 pF; con C2 en su sitio, la impedancia de entrada se incrementa aproximadamente en 44 M, también en paralelo con 10 pF. Se pueden obtener valores de impedancia alternativos aumentando el valor de R3 hasta un máximo de 10 M.

La Fig. 9 muestra la versión JFET-bipolar "híbrida" de un amplificador seguidor de fuente. Su impedancia de entrada es de aproximadamente 500 M, en paralelo con 10 pF. En este caso, la polarización de desplazamiento se aplica a través de un divisor de tensión formado en la unión de la resistencia de R1 y R2.

Esta configuración es similar a la de la figura número 8, pero en este caso la resistencia de fuente R4 es reemplazada por una red resis-

tencia-transistor-diodo (R4, Q2, D1 y D2). Esta red hace de "carga de fuente", Q2 funciona como un generador de corriente constante, con una elevada impedancia de salida (colector) que provoca una corriente fuente drenador en reposo de aproximadamente 1 mA que fluye en Q1. En consecuencia, Q1 funciona como un seguidor de fuente y el colector de Q2 funciona como su

10.- Un amplificador JFET autopolarizado de fuente común.

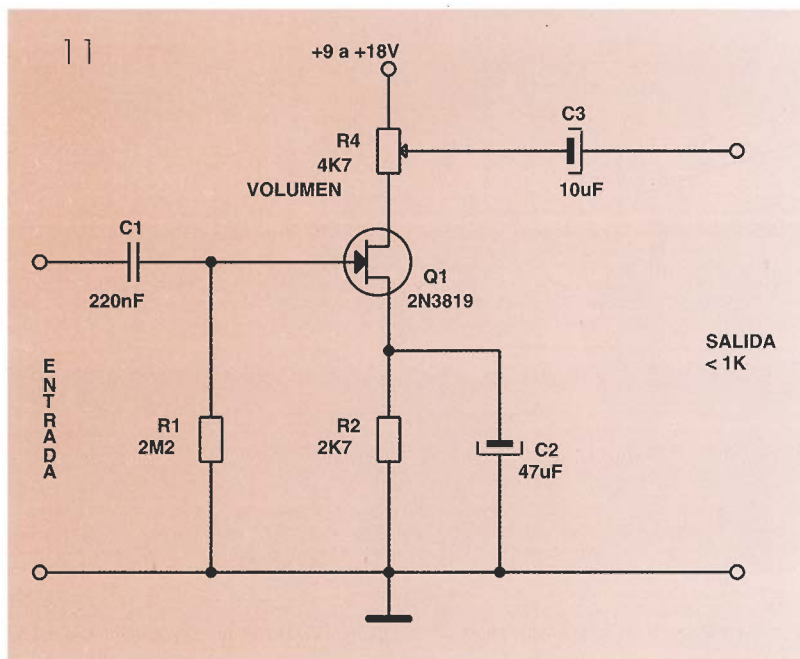




### 11.- Un amplificador JFET para auriculares.

carga de fuente, apareciendo como una elevada impedancia. A consecuencia del valor altamente efectivo de esta carga, el JFET Q1 posee una ganancia de tensión de aproximadamente 0,99. El condensador electrolítico C2 pasa una señal de autoelevación de la fuente de Q1 a R3 a la unión R1-R2. La elevada ganancia de tensión del circuito permite que esta señal de autoelevación amplifique el valor efectivo de R3 en 100 veces a aproximadamente 1.000 M.

Como resultado de la autoelevación, la impedancia de entrada real del seguidor de fuente de la Fig. 9 es igual a 100 megaohmios en paralelo con la impedancia de puerta del JFET que es de aproximadamente 1000 M. La resistencia equivalente es, por lo tanto, 500 M en paralelo, con 10 pF. Existen dos formas de mantener elevadas tanto la carga de fuente efectiva como la impedancia de entrada de este circuito: la salida se puede acoplar a la circuitería externa con otra etapa seguidora de emisor (mostrada dentro de la línea de



puntos en la Fig. 9), o todas las cargas a las que se acoplen deberán tener elevadas impedancias.

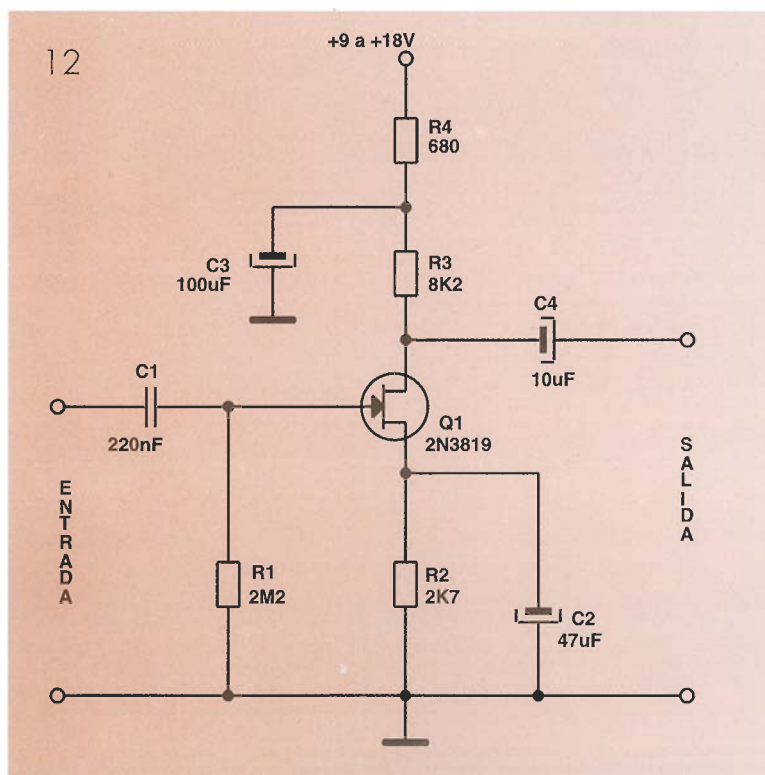
### 12.- Un amplificador de propósito general a JFET.

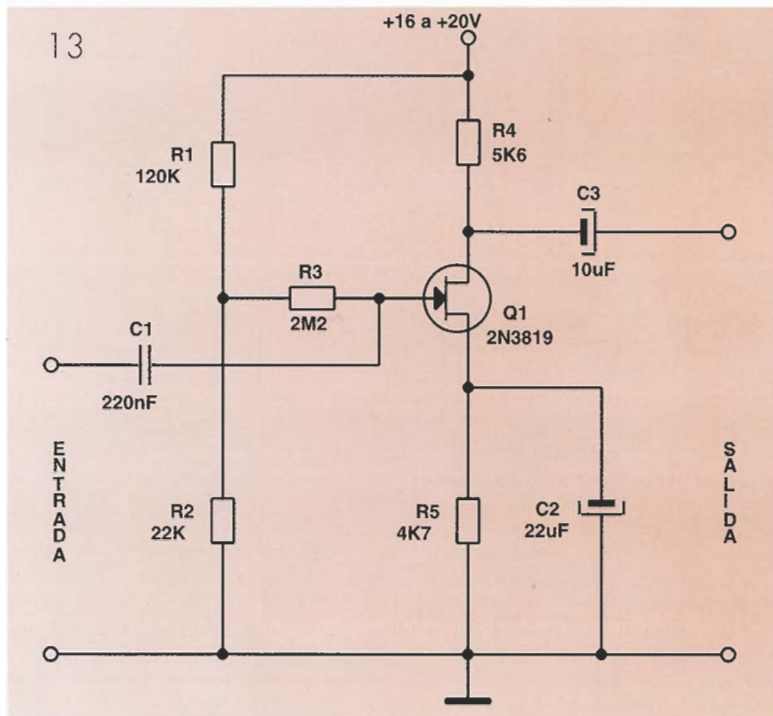
## Amplificadores de fuente común

La Fig. 10 es un esquema de un amplificador de fuente común autopolarizado simple que puede ser alimentado a partir de cualquier fuente entre 12 y 20 voltios. El potenciómetro R4 tendría que ajustar de forma que se produzca una corriente de reposo de 5,6 voltios a través de R3, proporcionando una corriente de drenador de 1 miliamperio. La polarización del potenciómetro R4, en serie con la resistencia R2, se desacopla mediante el condensador electrolítico C2.

El valor típico de ganancia de tensión para el circuito mostrado en la Fig. 10 es de aproximadamente 21 dB (un factor multiplicador de 12) y su respuesta en frecuencia es plana, dentro de 3 dB, desde 15 Hz hasta 250 kHz. La impedancia de entrada del circuito es de 2,2 M, en paralelo con 50 pF. Este valor, comparativamente elevado, de la capacidad en paralelo es el resultado de la realimentación Miller de la fuente a la puerta. Esta realimentación amplía la capacidad interna del JFET entre la puerta y el drenador, de forma directa con respecto a la ganancia de tensión.

El potenciómetro de polarización de tensión R4, de la Fig. 10, se puede ajustar de forma que el





circuito acepte, con una distorsión mínima, grandes señales de entrada que generan amplias variaciones en la tensión de salida. En aplicaciones en las que solamente se aceptan señales de entrada de bajo nivel, tales como preamplificadores, se puede sustituir una red de polarización fija por el potenciómetro. Las Figs. 11 y 12 muestran circuitos con esta sustitución.

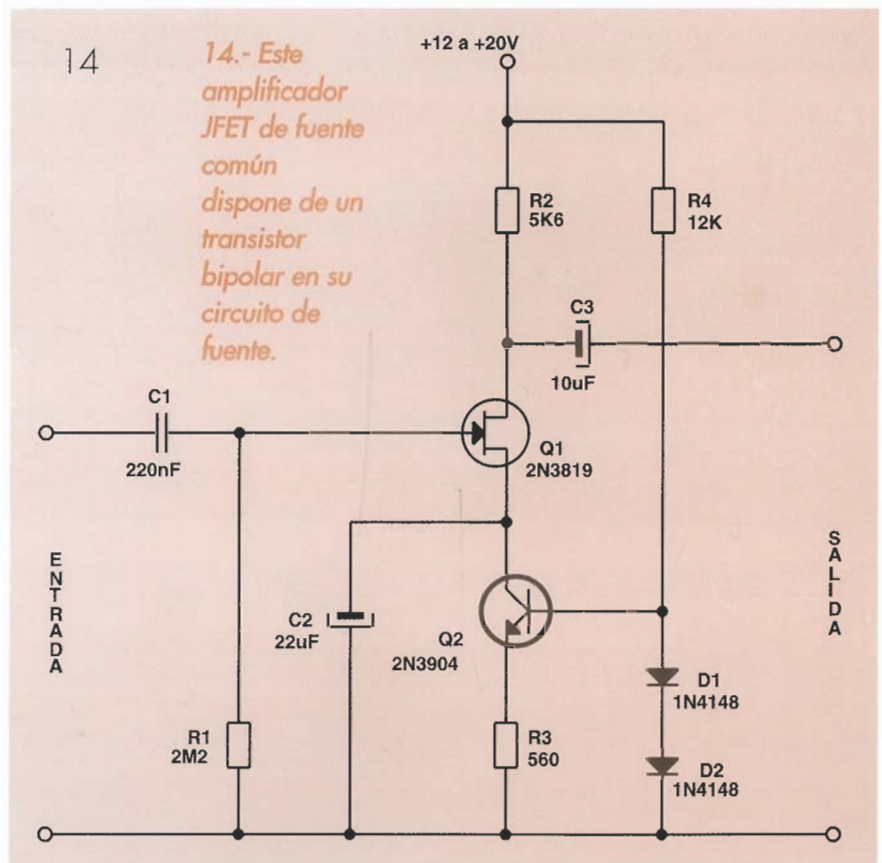
La Fig. 11 muestra un simple amplificador para auriculares, con una impedancia de 1 k o más. Con una impedancia de entrada de 2,2 M, el amplificador incluye un potenciómetro de control integral de volumen R3 y se puede alimentar a partir de cualquier fuente de alimentación positiva entre 9 y 18 voltios. El circuito de la Fig. 12 es un preamplificador de propósito general para añadir, que se puede acoplar a cualquier preamplificador funcionando a partir de una alimentación simple entre 9 y 18 voltios positivos. La ganancia de tensión de este preamplificador supera los 20 dB. El ancho de banda supera 100 kHz y su impedancia de entrada es de 2,2 M. Cuando es necesaria una precisión de polarización excepcional, se pueden diseñar amplificadores JFET de fuente común con cualquiera de las dos técnicas de polarización de desplazamiento de corriente constante. Las Figs. 13 y 14 ilustran ambas opciones. El amplificador de fuente común de la Fig. 13, con polariza-

ción de desplazamiento de la puerta, solamente se puede alimentar a partir de una fuente de alimentación positiva entre 16 y 20. Sin embargo, la versión "híbrida" mostrada en la Fig. 14 se puede alimentar a partir de cualquier fuente positiva, entre 12 y 20 voltios. Los dos circuitos ofrecen ganancias de tensión de 21 dB, impedancias de entrada de 2,2 M y anchos de bandas a 3 dB entre 15 Hz y 250 kHz.

**13.- Un amplificador de fuente común JFET con polarización de desplazamiento de puerta.**

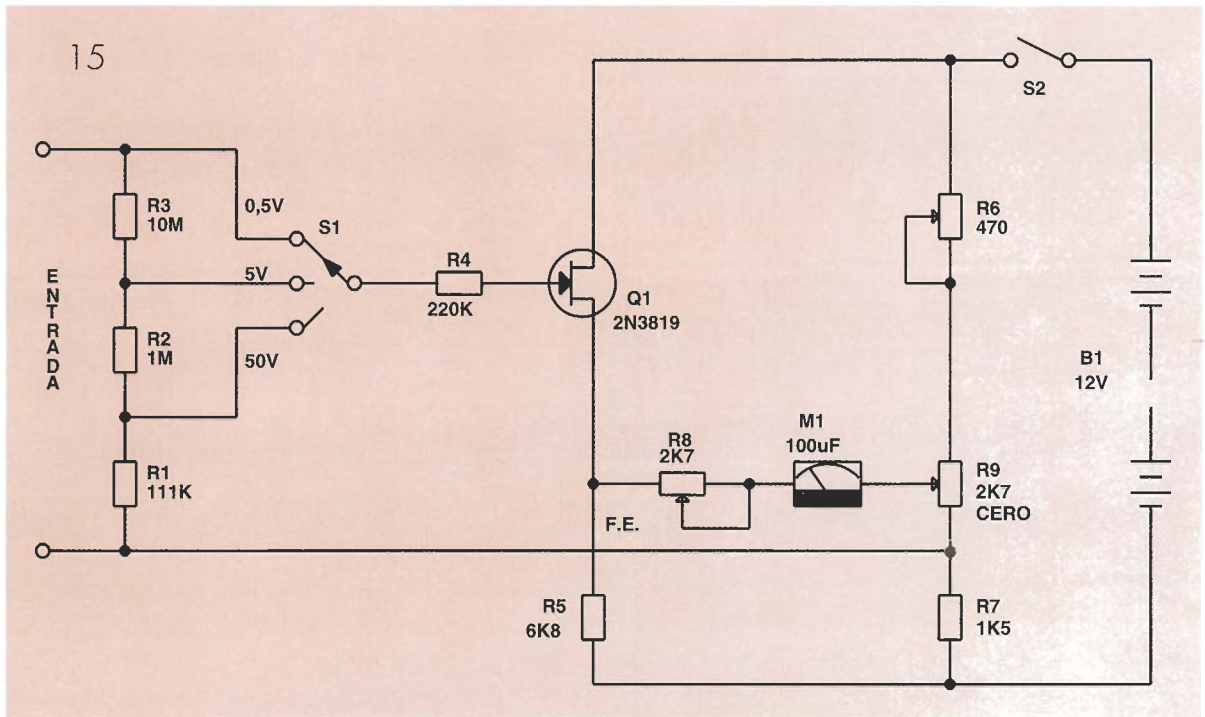
## Volímetros de CC

La Fig. 15 muestra un esquema para un volímetro analógico simple de tres rangos, basado en JFET, que ofrece una sensibilidad nominal de 22,2 M por voltio. Su sensibilidad máxima a fondo de escala es de 0,5 voltios y su resistencia de entrada permanece constante a 11,1 M a todos los rangos.





15.- Este voltímetro basado en JFET tiene tres rangos de entrada.

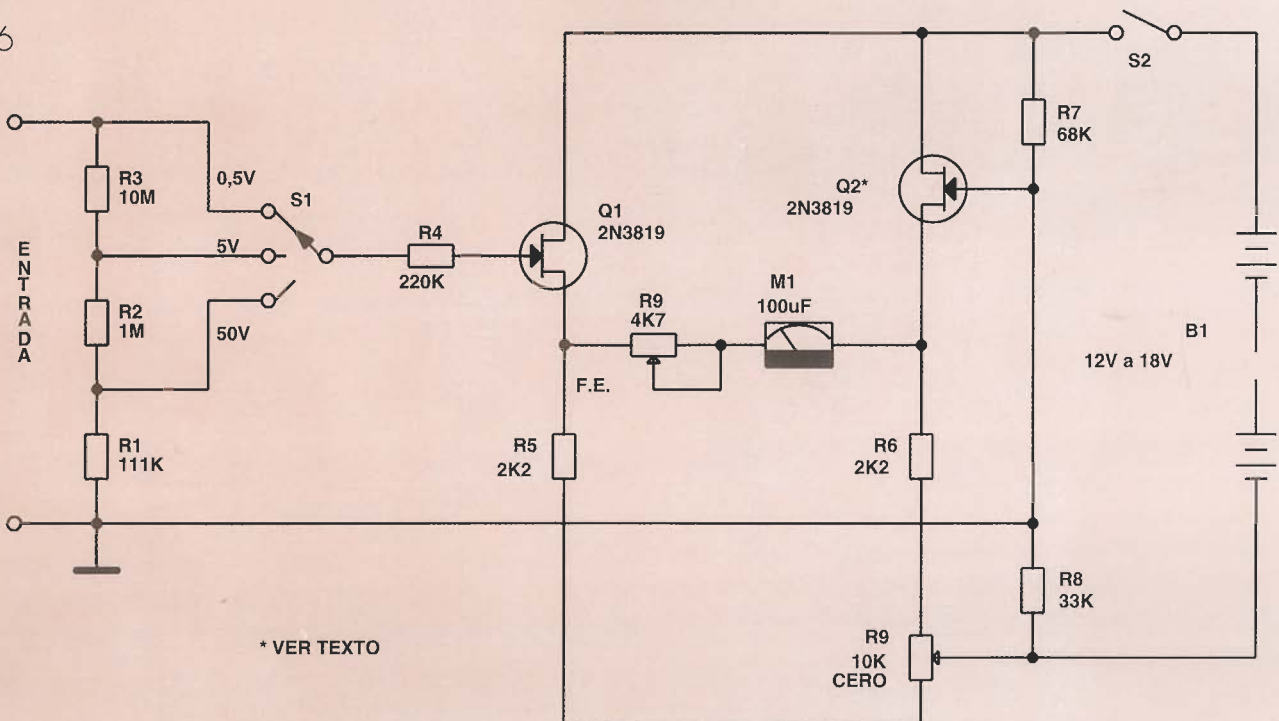


16.- Este voltímetro de CC, basado en JFET, tiene un reducido desplazamiento con tres rangos de entrada.

En el voltímetro analógico, mostrado en la Fig. 15, la resistencia R6, el potenciómetro R9 y la resistencia R7 forman un divisor de tensión a través de la alimentación de la batería de 12 voltios. Con el ajuste adecuado de R9 aparecerán 4 voltios a través de R7. El extremo superior de la resistencia R7 se encuentra conectada a la masa del circuito (referencia de 0 voltios) y su extremo inferior a -4

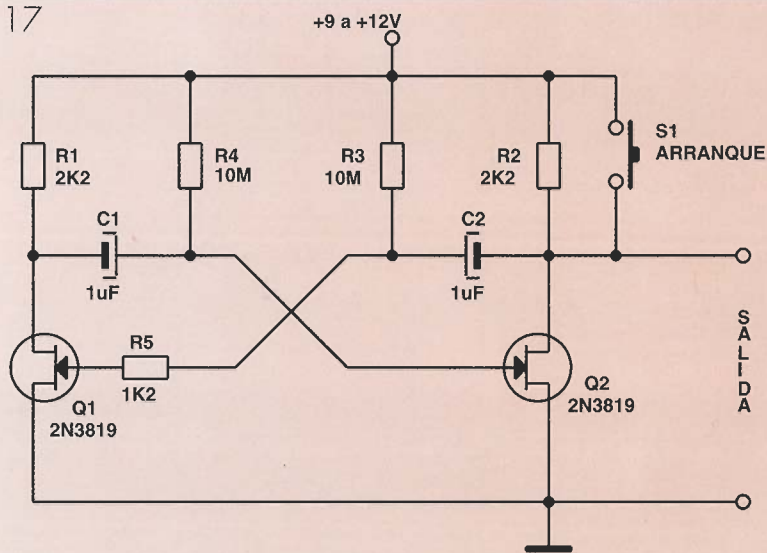
voltios, ajustando el extremo superior a +8 voltios. El JFET Q1 se encuentra configurado como un seguidor de fuente con su puerta puesta a masa a través de una red de resistencias formada por R1 a R4. Sin embargo, la fuente de Q1 se encuentra conectada a -4 voltios a través de la resistencia de carga de fuente R5. Como resultado, Q1 está polarizado en la puerta por desplazamiento, y su

16



\* VER TEXTO

17



corriente de drenador es de aproximadamente 1 mA. Una mirada más atenta al circuito muestra que R6 se encuentra en serie con R9, y Q1 en serie con R5, actuando en los extremos como un puente de Wheatstone. El ajuste del potenciómetro equilibra el puente y no fluye corriente a través del medidor, a menos que haya una tensión de entrada a la puerta de Q1. Cualquier tensión aplicada a la puerta de Q1 desequilibra el puente en una cantidad que es proporcional a esta tensión. El valor de la tensión se puede leer directamente en el medidor.

Las resistencias en serie R1, R2 y R3 forman una red de multiplicación, proporcionando la deflexión a fondo de escala en los rangos de 0,5, 5 y 50 voltios. Estas resistencias se pueden sustituir por otras redes, de forma que se puedan lograr tensiones diferentes. Sin embargo, si el voltímetro tiene que ser preciso, todas las resistencias tienen que tener pequeñas tolerancias. La resistencia R4 evita el daño del transistor Q1 si la tensión en la entrada de la puerta se convierte en excesiva.

Para utilizar el voltímetro mostrado en la Fig. 16 primero se ajustará el potenciómetro de cero, R9, de manera que el medidor M1 proporcione una lectura de 0 cuando no hay presente ninguna tensión de entrada. Después se conectará una fuente precisa de 0,5 voltios a los terminales de entrada del voltímetro, y se ajustará R9 de modo que el medidor proporcione una lectura a fondo de escala. Si se es capaz de obtener un valor de cero consistente y una lectura a fondo de escala, el voltímetro está listo para ser usado.

Desgraciadamente, el circuito mostrado en la Fig. 15 es inestable de por sí, ya que tiende a variar con

los cambios en la temperatura y en la tensión de alimentación. Esto provoca que sea necesario ajustar el potenciómetro de cero, R9, con frecuencia. Sin embargo, el desplazamiento se puede reducir bastante si se alimenta el circuito a partir de una fuente de alimentación de 12 voltios regulada mediante zener.

La Fig. 16 es un esquema de desplazamiento reducido del voltímetro de CC mostrado en la Fig. 15. El JFET Q1 y la resistencia R5 forman un brazo de un amplificador

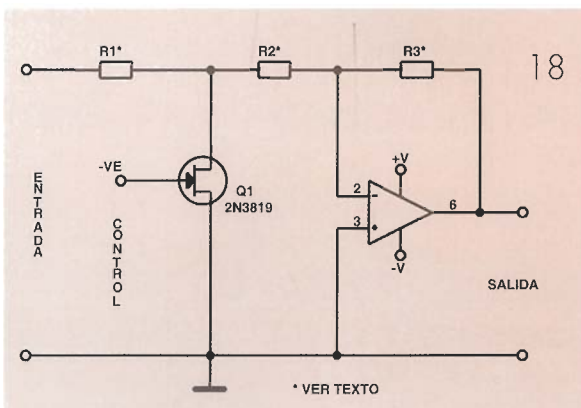
diferencial, y el JFET Q2 y la resistencia R6 forman el otro brazo. Cualquier variación que se produzca en un brazo será desplazada automáticamente por una variación similar en el otro brazo. Uno de los beneficios que se logra con este circuito es la elevada estabilidad del puente.

De forma ideal, Q1 y Q2 deberían ser un par de JFET con sus corrientes de drenador fuente ( $I_{DS}$ ) igualada dentro de un 10%. Este voltímetro de CC funcionará a partir de cualquier fuente de alimentación positiva entre 12 y 18 voltios. El procedimiento de calibración es similar al especificado en la Fig. 15.

**17.- Este oscilador astable JFET funciona a muy bajas frecuencias.**

## Oscilador y amplificador

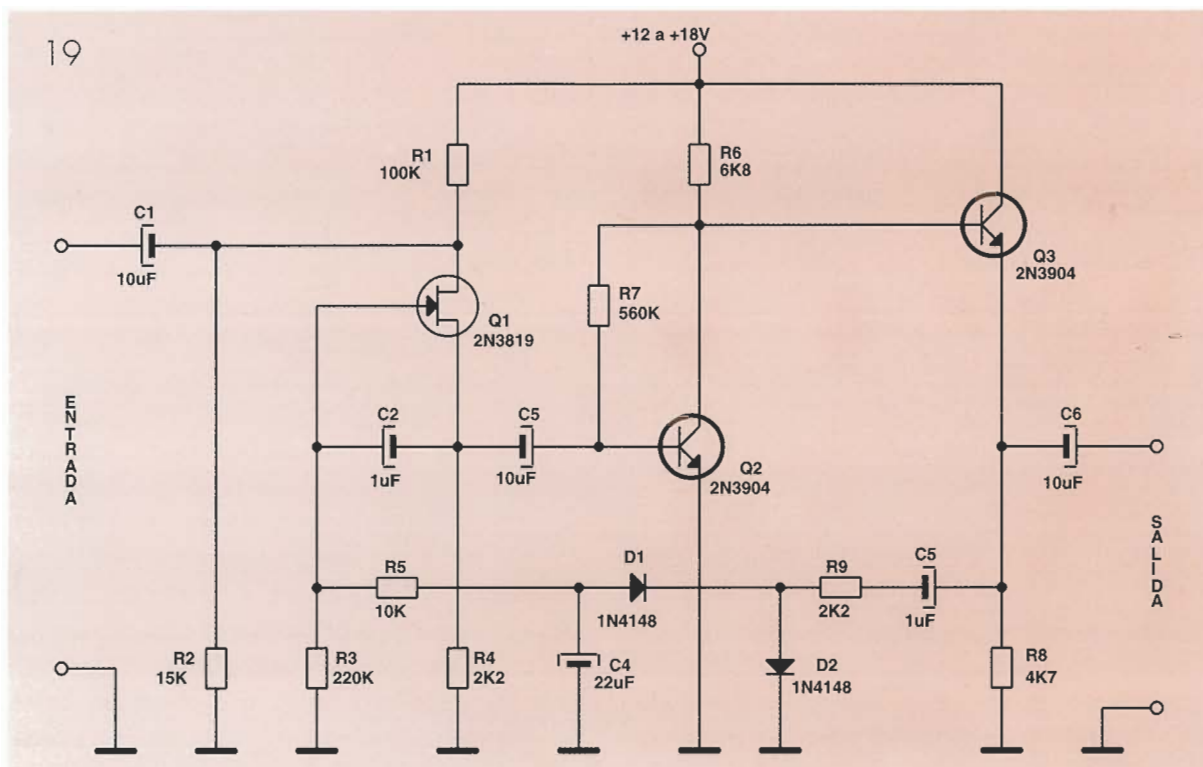
La Fig. 17 muestra el esquema para un oscilador de balanceo libre de muy baja frecuencia (VLF) que proporciona una salida de onda cuadrada.



**18.- Un JFET controla la atenuación y la amplificación para este amplificador operacional.**



19.- Este amplificador de volumen constante tiene un JFET en un bucle cerrado para el control de audio.



Los periodos activado y desactivado del oscilador se controlan por las constantes de tiempos de los pares resistencia condensador C1-R4 y C2-R3. Debido a las muy elevadas impedancias de entrada del JFET, los factores resistivos de estas constantes de tiempo pueden ser muy grandes, lo que permite que se puedan obtener largos periodos de tiempo con valores de capacidad reducidos.

Con los componentes que se muestran en la Fig. 17, el oscilador conmuta una vez cada 20 s (0,05 Hz). No obstante, el botón de arranque S1 se deberá mantener pulsado durante al menos 1 s para que así se inicie el funcionamiento estable; a consecuencia de ello, se debe considerar un circuito experimental más que un circuito práctico.

La Fig. 18 ilustra la forma en que se puede combinar un JFET de canal N con un amplificador operacional clásico  $\mu A741$ , para formar un amplificador atenuador controlado por tensión. En éste, el amplificador operacional se encuentra conectado como un amplificador inversor con su ganancia determinada por la relación de la resistencia de entrada R1 y la resistencia de realimentación R3. Por este motivo, el JFET Q1 funciona con una resistencia controlada por tensión. El circuito puede atenuar una señal de entrada al amplificador.

Cuando aparece una tensión de control negativa de gran valor (-VE) en la puerta, el JFET Q1 funciona como una resistencia virtual infinita debido a

que su corriente de drenador ( $I_D$ ) se encuentra bloqueada. Por este motivo, si no existe atenuación de la señal de entrada, el circuito funciona como un amplificador de elevada ganancia; sin embargo, si la polarización de la puerta pasa a ser 0, Q1 se convierte en un cortocircuito virtual (la corriente de drenador es máxima cuando la resistencia puerta-fuente cae a un valor de unos pocos cientos de ohmios). Como resultado, la señal de entrada se atenúa en gran medida por el circuito.

*a*mplificador  
y convertidor

Los valores intermedios de atenuación de señal, y de la ganancia de conjunto o pérdidas, se pueden obtener variando la tensión de control (VGD) aplicada a la puerta de Q1 entre la polarización 0 y los límites de bloqueo.

La Fig. 19 es un esquema de un amplificador de volumen constante que explota las características de resistencia de tensión controlada del JFET. El amplificador produce una señal de salida que se desplaza únicamente 7,5 dB, cuando la señal de entrada varía en un rango de 40 dB (entre 3 y 300 milivoltios RMS). El amplificador puede aceptar señales de entrada tan grandes como 500 milivoltios RMS.

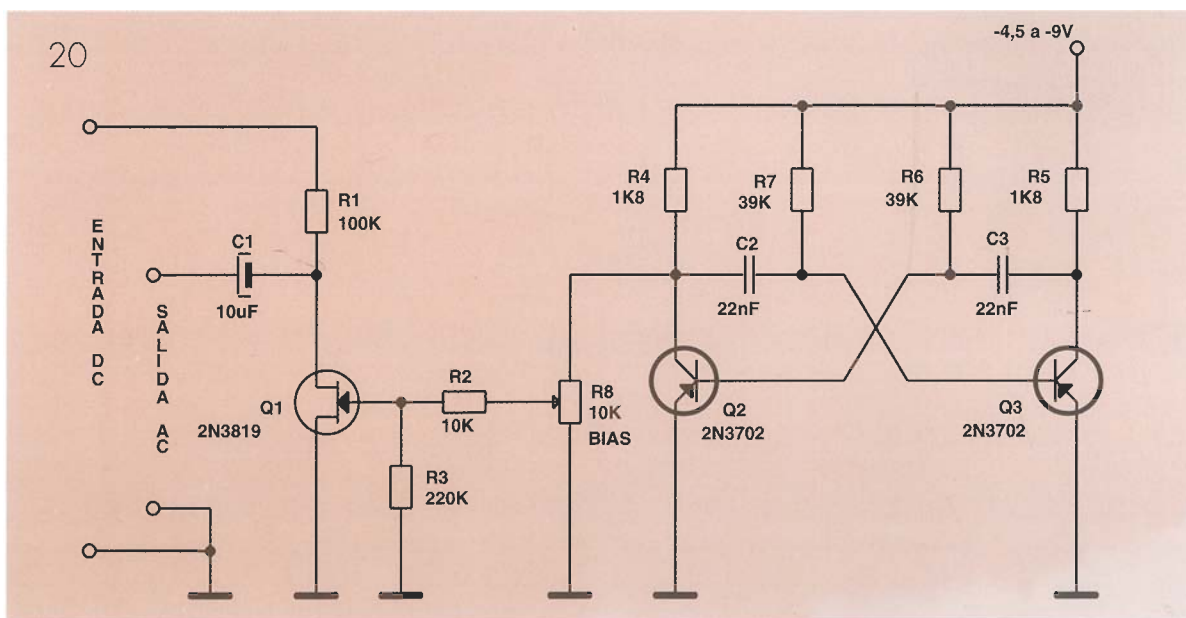
En la Fig. 19, el JFET Q1 y la resistencia R4 se encuentran en serie para formar un atenuador, controlado por tensión, y regular el nivel de la señal de entrada al transistor bipolar Q2, el cual es un amplificador de emisor común. La señal de salida de Q2 es amplificada por el transistor bipolar Q3. Parte de la señal de salida de Q3 es realimentada a la puerta del JFET Q1 por el bucle de realimentación negativa CC formado por el condensador C5, la resistencia R9, los diodos D1 y D2, el condensador C4 y la resistencia R5. La realimentación negativa ajusta de forma automática la ganancia en tensión del amplificador de volumen constante, manteniendo fijo el nivel de la señal de salida, según varía el nivel de la señal de entrada. Cuando se aplica una pequeña señal a los terminales de entrada de audio del amplificador, la salida en el emisor de Q3 es relativamente pequeña. De esta forma, se desarrolla una polarización negativa muy pequeña y se aplica a la puerta del JFET Q1. Ahora, el JFET Q1 funciona como una baja resistencia y se produce una pequeña atenuación de la señal en la resistencia en serie que provoca la caída de tensión a través de Q1 y R4. Como resultado, la mayor parte de la señal de entrada se aplica a la base de Q2; sin embargo, cuando aparece una señal grande en los terminales de entrada, la salida al emisor de Q3 es grande. Por lo tanto, se produce una gran polarización negativa y se realimenta a la puerta de JFET Q1. En estas condiciones, solamente una fracción de la señal de entrada se aplica a la base de Q2. Debido a la realimentación negativa de CC,

el nivel de salida permanece relativamente constante sobre un amplio rango de entradas.

La Fig. 20 muestra el esquema para un convertidor CC-CA. El JFET funciona como un conmutador y un oscilador formado por un transistor bipolar que actúa como el generador de señal de conmutación. El convertidor produce una onda cuadrada de CA a la salida, con una amplitud de pico igual a la de la señal de entrada de CC a los terminales de salida de señal de CA.

El JFET Q1, el conmutador electrónico, tiene su drenador conectado en serie con la resistencia de entrada R1, formando el terminal positivo de CC. El JFET Q1 se conmuta al estado de activado y desactivado a una velocidad de 1 KHz, mediante el oscilador formado por los transistores bipolares Q2 y Q3 y sus resistencias y condensadores asociados. La conmutación "o chopeado" convierte la corriente CC en CA. El potenciómetro R8 varía la amplitud de la señal en la puerta de Q1. Si la señal en la puerta de Q1 es demasiado grande, su unión puerta-fuente puede entrar en avalancha, provocando que aparezca un pico de tensión en el drenador. Este transitorio proporcionará una pequeña señal de salida en el drenador de Q1 incluso cuando no exista señal de CC. Para evitar este pico, se conectará una señal de CC al convertidor y se ajustará el potenciómetro R9 hasta que la amplitud de salida de la señal de CC comience a disminuir.

La avalancha del JFET no se producirá si hacemos este ajuste. Como resultado, el convertidor podrá transformar, de forma fiable, tensiones de CC con amplitudes tan pequeñas como una fracción de milivoltio.



20.- Este convertidor CC a CA tiene un conmutador JFET y un oscilador bipolar como generador de pulso.





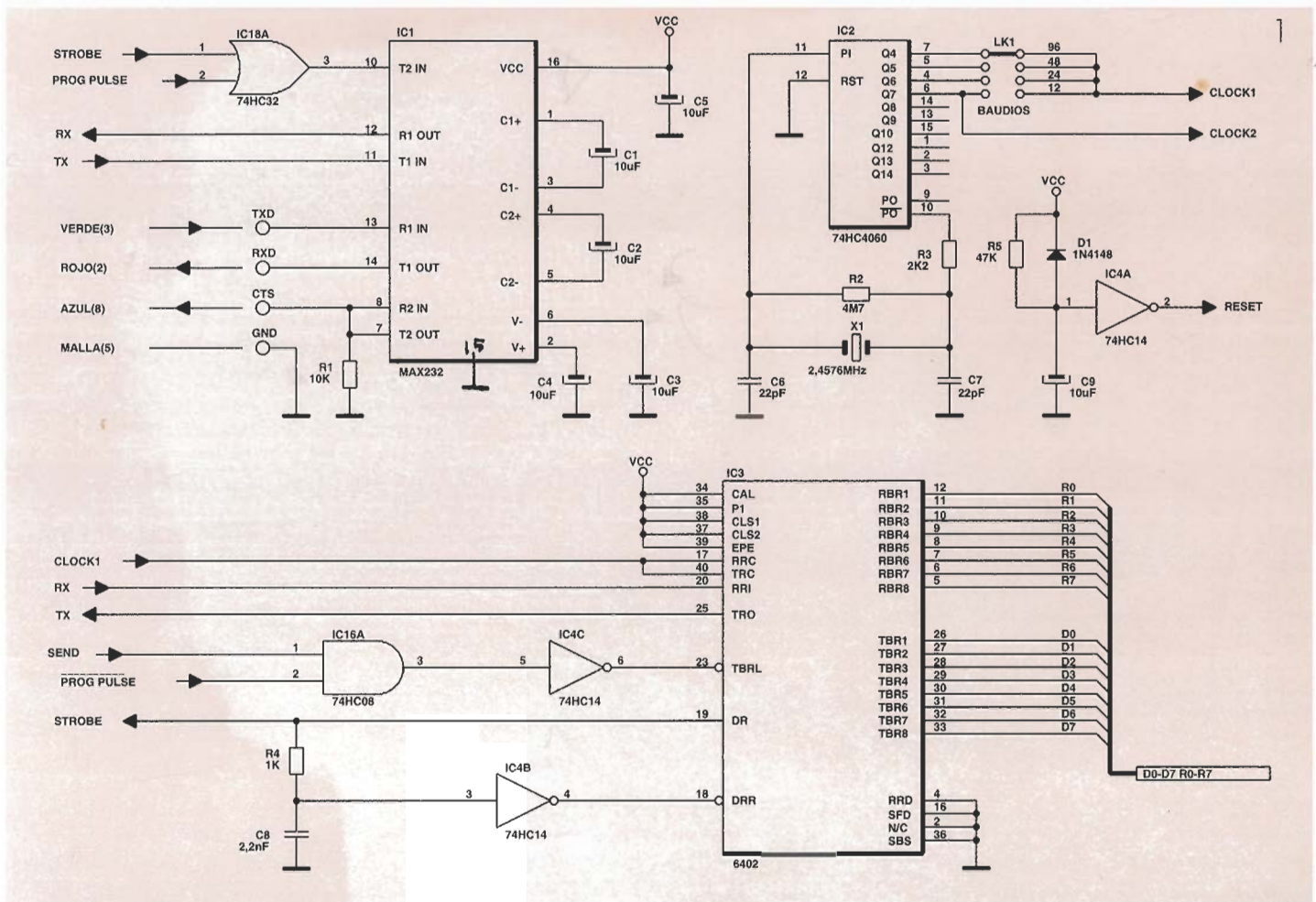
# grabador de memorias EPROM

**Un proyecto que nos servirá como ayuda para otros planes. He aquí un diseño óptimo y de utilidad inapreciable cuando precisamos un dispositivo preprogramado.**

Hace tiempo que requerimos un barato, y eficaz programador de EPROM, adaptado para el uso doméstico, y sin los extras disponibles en muchos equipos comerciales. El programador de memorias EPROM presentado aquí trabaja con la familia de dispositivos 27, que va desde la 2716 a la 27512, y puede usarse con cualquier ordenador que tenga un puerto RS232. Se ha evitado el uso de la típica EPROM programada para que ésta

realice el trabajo de programador. Hemos realizado un diseño que utiliza componentes fácilmente disponibles para, así, reducir las probabilidades de un rápido envejecimiento del mismo.

La unidad se dota de energía desde una fuente de alimentación externa, pues éstas son más baratas que las ya realizadas, si se compran los componentes de manera individual. Una de las de bajo coste, y no regulada con clavija de red integrada,



resultará conveniente, mientras sea capaz de suministrar entre 10 y 18 Voltios CC a 500 mA, sin demasiado rizado. El regulador de tensión IC21 funcionará con mayor desahogo si la tensión está más cercana al límite inferior de esta gama. Los tipos vendidos para alimentar teclados electrónicos parecen ser la opción más conveniente.

El programador es inoperante por sí mismo, ya que está controlado totalmente por el ordenador principal a través del puerto serie. El software de control puede escribirse en BASIC. Para realizar esto, se proporcionará luego un listado conveniente, ordenadores compatibles PC. Los listados adicionales de software se dan para la prueba inicial y para convertir al, y desde, estándar de archivos Intel-HEX.

Hemos de hacer notar que los algoritmos de programador usados no han podido ser exactamente como los especificados en algunas hojas de datos de fabricantes de EPROM. Por ello, la unidad no puede garantizar la programación de cada dispositivo eficazmente; sin embargo, en las pruebas efectuadas no ha habido problemas, hasta el momento.

La construcción de esta placa es más bien peliaguda y deberemos tomarnos su realización con bastante paciencia. Todos los componentes, a excepción del zócalo de entrada de potencia (SK2) y del zócalo para la toma RS232 (SK3) se montan sobre la placa, la cual es de tipo doble: de unos 210 X 88 mm de tamaño, y se encuentra disponible a través del servicio de Kits y placas de Elektor. Hemos de señalar que los agujeros de la placa no están metalizados. El esquema de la placa se muestra en la Figura 6. Debido a la complejidad de la misma, la construcción deberá efectuarse en el orden siguiente.

Primeramente, agrandaremos los agujeros de montaje de IC20 e IC21 y L1, y su fijación llevará taladros de 3 mm. También agrandaremos los agujeros para RV1 a RV4 a 1,2 mm, y los agujeros para IC20, IC21, D11 y los pines de conexión a 1,0 mm.

El próximo paso es montar las conexiones pasantes de la placa. Para ello, marcaremos las mismas con un círculo pequeño sobre el esquema, hay 122 en total. Usaremos cable estañado de cobre;

### 1.- Circuito de interfaz serie.





venientes. Los zócalos para los C.I. deberán situarse en las posiciones IC3, IC19 y SK1. Es posible, ahora, montar los componentes restantes en cualquier orden conveniente. Temporalmente, soldaremos los diodos LED con la totalidad de longitud de sus patillas, y los instalaremos luego a la placa, adaptando la misma en su caso. L1 debería montarse con una tuerca M3 (tornillo), una arandela de presión (sin apretar en exceso) o bien con un toque de goma adhesiva. IC20 e IC21 deberán montarse con tuerca M3, IC21 trabajaría mejor con una abrazadera o disipador térmico pequeño. Las patillas de conexión deberán adaptarse para poder realizar en ellas las conexiones externas a la placa. Colocaremos un puente en la posición LK1, entre las dos posiciones inferiores para 9.600 baudios o, como se muestra en el esquema de conexiones, para otras velocidades de transmisión.

## Cómo funciona: El hardware

El circuito puede parecer complicado inicialmente; sin embargo, consta de varias secciones relativamente sencillas. No es necesario comprender la operación del circuito para construir y manejar la unidad con el software suministrado, aunque una comprensión buena es muy útil si deseamos escribir nuestro propio software de control.

Señalaremos que cuando un número es seguido por una 'h' en la descripción siguiente, por ejemplo 27h, se trata de un número en notación hexadecimal; y cuando un número es seguido por una 'b' estará en sistema binario, los demás números son decimales. Cualquier nombre de señal que es seguido por un '-', por ejemplo STROBE -, nos indica que dicha señal es activa a nivel bajo. En el diagrama del circuito, esto se mostrará con una barra sobre el nombre.

IC2 y los componentes periféricos generan la señal de reloj de velocidad de transmisión en baudios (CLOCK1) para IC3, con el valor seleccionable por IK1. La señal CLOCK2 se emplea para producir la programación regulando los pulsos, como se verá más adelante. IC3 es un 6402 'Universal Asíncrono Receptor / Transmisor' (UART). En esta aplicación se configura para 8 bits de datos, 1 bit de parada y no comprobación de paridad. Destacamos que la patilla inutilizada (2) se pone a nivel bajo; esta patilla se usa en el RCA CDP 1854 como modo selector de operación estándar; este dispositivo es, por otra parte, compatible en patillaje y puede entonces usarse en lugar del 6402. IC3 se inicializa por IC4-a y sus componentes asociados.

Cuando los datos serie se reciben en la patilla 20 de IC3, pasan a la salida paralelo en las patillas 5-12 (R0-R7), y la patilla 19 pasa a nivel alto. Un corto tiempo después (ajustado por R4 y C8), la patilla 18 pasa a cero, lo que elimina el nivel lógico alto presente en la patilla 19. El pulso generado en la patilla 19 se conoce como STROBE o señal de validación, e indica a otras partes del circuito que los datos se han recibido y son válidos.

Si la patilla 23 de IC3 (SEND) se pone a cero, los datos presentes en las patillas 26-33 (D0-D7) se transmiten en el modo serie a la patilla 25.

IC1 es el controlador/receptor de línea serie, que convierte señales serie estándar del RS232 a/desde la norma de nivel 5 V TTL. Este integrado contiene convertidores para producir las tensiones requeridas de transmisión ( $\pm 9$  V) desde una fuente simple de +5 V.

En esta aplicación, los 8 bits de datos se usan como 4 bits de datos (R0-R3) y 4 bits de control (R4-R7). Tres de estas líneas de control (R4-R6) se toman desde el "decodificador de línea 3 a 8", IC5. La señal de STROBE se toma de una de las líneas de habilitación de IC5, de ese modo se consigue que las salidas desde este integrado sean pulsos cortos. Por ejemplo, si se recibe 00H, las líneas R4-R6 estarán a nivel bajo, STROBE pasará a alto y, consecuentemente, la patilla 15 de IC5 pasará a alto y las salidas restantes permanecerán bajas.

El bit de control restante (R7) controla la alimentación de la EPROM, cuando está alto se quita la alimentación al zócalo de la EPROM, por lo que el dispositivo puede ponerse o quitarse. Cuando el dispositivo está siendo leído o programado esta línea pasa a nivel bajo.

Las 4 líneas de datos se toman de las entradas de los "latches" cuádruples, IC6-IC9. Las líneas de "Latch Enable" de estos integrados se conectan a las 4 salidas de IC5 (Y0-Y3). Los datos pueden, por lo tanto, almacenarse en estos "latches", enviando los datos requeridos a las líneas R0-R3 y el número de "latch" (0-3) en las líneas R4-R6. Los datos estarán continuamente disponibles en las líneas de salida del "latch". Volviendo al ejemplo previo, si se recibe un 00H, las líneas R0-R3 pasan todas a nivel bajo, y la línea Y0 pasará a alto, almacenando 0H (0000b) en IC6. Asimismo, al enviar un 35H se almacenará 5h (0101b) en IC9. El "latch" IC6 se usa para retener el "nibble" menos significativo (1 nibble = 4 bits - mitad de un octeto-) de los datos que finalmente se programarán en la EPROM, mientras que IC7 retiene el "nibble" más significativo. IC8 retiene la información de tipo de EPROM (se verá más adelante), e IC9 retiene los 4 bits de estructuración. El bit 1 de IC9 controla si la unidad está en modo Lectura o Escritura (Programación), el bit 2 sitúa la longitud de pulso de programación a 1 ó 40 milisegundos, el bit 3 dispone la tensión del programador a 12 ó 21 voltios, y el bit 4 coloca la tensión de alimentación, mientras se está programando, a 5 ó 6 voltios. Observamos que los "latches" tienen salidas activas tanto a nivel alto como bajo, y que ambas pueden usarse.

Las salidas de datos para IC6 e IC7 se toman desde el adaptador triestado (IC10) que, a la vez, controla las líneas de datos de la EPROM. IC10 es controlado por la línea R/W, de forma que las salidas se activan en el modo de Programa y pasan al tercer estado en el modo de Lectura.

Las líneas de datos de la EPROM también se conectan a las líneas de entrada de datos del UART (IC3), y la salida Y7 de IC5 se conecta a la patilla 23 de IC3 (SEND). Por lo tanto, si se desea recibir un "70h", los datos presentes en la Línea de Datos de la EPROM se transmiten vía serie hacia el ordenador.

Las líneas de Dirección de la EPROM se controlan por los contadores IC11 e IC12. Éstas se conectan a líneas Y4 e Y5 de IC5, y, por lo tanto, se "resetean" a 0000h mandando un 40h, y el conteo se incrementa si enviamos un 50h. Este método es más rápido que tener que enviar la dirección real cada vez, ya que únicamente se requiere el envío de un byte por la conexión serie.

La línea Y6 de IC5 (PROG) se usa para inicializar un pulso de programación. El pulso programador (1 ms ó 40 ms) se genera dividiendo consecutivamente la señal CLOCK2. Esta señal tiene una frecuencia de 19,2 Khz. (2.4576 MHz dividida por 128), o, lo que es igual, un periodo de 52,1  $\mu$ s. Ésta alimenta el contador IC13, que normalmente se mantiene inicializado por el flip-flop constituido por IC15C e IC15D. Cuando la línea PROG pasa a alto, el flip-flop conmuta y comienza la cuenta de pulsos de CLOCK2. Si se requieren pulsos de 1 ms, la patilla 5 de IC4a se pone en nivel alto y las patillas 12 y 13 de IC14B pasarán a bajo. Cuando se alcanza el conteo 19 (52,1  $\mu$ s x 19 = 989,9  $\mu$ s), todas las entradas de IC14A serán altas, y la salida pasará



entonces a nivel bajo, cambiará el estado del flip-flop nuevamente, por medio de IC16D, y se "reseteará" el contador. Un pulso de unos 0,99 ms estará presente, por lo tanto, en la salida del flip-flop; 0,99 ms que entran bien dentro de la gama de 1 ms -5% de tolerancia

permitida. Si necesitamos el pulso de 40 ms, lo obtendremos con 768 conteos de IC13 (CLOCK2) ( $52,1 \mu s \times 768 = 40,01 \text{ ms}$ ).

Las señales PROG y STROBE se acoplan por medio de IC18A e IC1 a la señal CTS (Clear To Send) RS232. Esto evita el envío de datos

adicionales al ordenador "anfitrión", mientras se da un pulso de programa o cuando el STROBE está todavía alto. Ello significa que los datos pueden enviarse tan rápido como sea posible y no se precisa retardo alguno en el software.

El pulso PROG se acopla con la señal SEND a IC3 mediante IC16A, lo cual previene la activación de la señal SEND mientras el pulso PROG está a nivel bajo. Esta situación nunca ocurrirá en el uso normal, aunque durante la inicialización el software solicita pulsos de 40 ms inmediatamente seguidos de un "SEND". Si la línea RS232 CTS está presente, y trabajando, entonces los datos se enviarán, desde el CTS la línea parará el ordenador que envía la orden SEND hasta después de que el pulso de PROG ha terminado. Si CTS no trabaja, el requerimiento de SEND se mandará inmediatamente pero no se devolverá dato alguno, porque IC16A para el pulso SEND que debe llegar a IC3. El software supervisa la carencia de datos recibidos, imprime una advertencia y entonces agrega retardos para permitir el paro del pulso de programa. Deberíamos tratar de conseguir que el CTS trabajara adecuadamente, ya que, de lo contrario, tendríamos una importante tara de velocidad.

Trataremos, seguidamente, de la conexión requerida para EPROM de diferentes tipos. La tabla adjunta nos muestra el patillaje para los 6 tipos de EPROM que esta unidad programará. Las 2716 y 2732 son de 24 patillas y se insertarán en las patillas 3 a 26 del zócalo EPROM, el patillaje mostrado más adelante se refiere al zócalo, no al dispositivo.

Puede observarse que la mayoría de las patillas son las mismas para todos los dispositivos. Únicamente son 6 las patillas que requieren atención especial, a saber: 1, 20, 22, 23, 26 y 27, y están marcadas con una "#" junto al número de patilla.

Las cuatro líneas de MODO de IC9 controlan la función de estas seis patillas y son establecidas por el software para adaptarse a la EPROM requerida. Conviene destacar que dos de las líneas activas a nivel bajo también se utilizan. La tabla suministrada más adelante nos muestra los niveles de lógica sobre cada una de estas líneas, para cada uno de los 6 tipos de EPROM, junto con el código que se necesita enviar para seleccionarlos.

Describiremos, a continuación, su significado para cada tipo de EPROM.

#### TIPO 2716:

**Patilla 1** - no usada.

**Patilla 20** - Los modos B y D están ambos altos, por lo que la patilla 6 de IC17B permanece a nivel alto, IC16C (patilla 8) sigue al pulso PROG, al igual que IC17C (patilla 8), que se acopla por medio de D6 a la patilla 20. La patilla 20 es la única polarizada a positivo en el modo

PIN	2716	2732	2764	27128	27256	27512
#1	**	**	VPP	VPP	VPP	A15
2	**	**	A12	A12	A12	A12
3	A7	A7	A7	A7	A7	A7
4	A6	A6	A6	A6	A6	A6
5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
6	A4	A4	A4	A4	A4	A4
7	A3	A3	A3	A3	A3	A3
8	A2	A2	A2	A2	A2	A2
9	A1	A1	A1	A1	A1	A1
10	A0	A0	A0	A0	A0	A0
11	D0	D0	D0	D0	D0	D0
12	D1	D1	D1	D1	D1	D1
13	D2	D2	D2	D2	D2	D2
14	GND	GND	GND	GND	GND	GND
15	D3	D3	D3	D3	D3	D3
16	D4	D4	D4	D4	D4	D4
17	D5	D5	D5	D5	D5	D5
18	D6	D6	D6	D6	D6	D6
19	D7	D7	D7	D7	D7	D7
#20	CE/PP+	CE/PP-	CE	CE	CE/PP-	CE/PP-
21	A10	A10	A10	A10	A10	A10
#22	OE	OE/VPP	OE	OE	OE	OE/VPP
#23	VPP	A11	A11	A11	A11	A11
24	A9	A9	A9	A9	A9	A9
25	A8	A8	A8	A8	A8	A8
#26	VCC	VCC	NC	A13	A13	A13
#27	**	**	PP-	PP-	A14	A14
28	**	**	VCC	VCC	VCC	VCC

- \*\* = Sin patilla
- NC = Sin conexión
- PP+ = Pulso positivo de programación
- PP- = Pulso negativo de programación
- OE = Habilitación de salida (activa a nivel bajo)
- CE = Habilitación de circuito (activa a nivel bajo)
- VPP = Tensión de programación
- VCC = Tensión de alimentación
- GND = Masa (OV)



TIPO	LINE DE MODO						CODIGO DE CONFIGUR.
EPROM	A	B	C	C-	D	D-	
2716	1	1	1	0	1	0	2Fh
2732	1	0	1	0	0	1	25h
2764	1	1	0	1	0	1	23h
27128	1	1	0	1	0	1	23h
27256	1	0	0	1	0	1	21h
27512	0	0	0	1	0	1	20h

de Programa; por lo que, en el modo Lectura, está permanentemente a nivel bajo.

**Patilla 22** - Los modos A y D están ambos altos, IC15B (patilla 6) está baja y Q1 y Q2 permanecen desactivados. R/W se acopla a la patilla por medio de D2.

**Patilla 23** - El modo D está alto, Q5 y Q6 están activados, acoplando VPP a la patilla 23.

**Patilla 26** - El modo C está alto, Q7 y Q8 están activados, acoplando V+ a la patilla 26.

**Patilla 27** - no usada.

#### TIPO 2732:

**Patilla 1** - no usada.

**Patilla 20** - Modos B y D a nivel bajo. IC16c (patilla 8) permanecerá baja y U17b (patilla 6) seguirá el pulso PROG. IC17C (patilla 8), por lo tanto, seguirá al pulso PROG invertido y se acopla, por medio de D6, a la patilla 20. La patilla 20 es la única polarizada a positivo en el modo de Programa, por lo que en modo Lectura está permanentemente a nivel bajo.

**Patilla 22** - Modos D y C están ambos a nivel bajo y el modo A está alto, IC15B (patilla 6) está alta. Lo cual activa a Q1 y Q2, acoplando VPP a la patilla 22.

**Patilla 23** - Modo D está bajo, Q5 y Q6 permanecen inactivos. A11 se acopla a la patilla 23 por medio de D4.

**Patilla 26** - como en la 2716.

**Patilla 27** - no usada.

#### TIPOS 2764 y 27128:

**Patilla 1** - El modo A está alto. Esto activa a Q3 y Q4, acoplando VPP a la patilla 1.

**Patilla 20** - El modo B está alto y el modo C bajo. IC16C (patilla 8) permanece bajo y U17b (patilla 6) alto, por lo que IC17C (patilla 8) estará a nivel bajo.

**Patilla 22** - El modo A y el C están a nivel alto, por lo que IC15B (patilla 6) está a nivel bajo, mientras que Q1 y Q2 permanecen desactivados. R/W se acopla a la patilla 22 por D2.

**Patilla 23** - como la 2732.

**Patilla 26** - El modo C está bajo y Q7 y Q8 permanecen desactivados. A13 se acopla a la patilla 26 por D5. Destacaremos que en una 2764 no hay conexión para la patilla 26.

**Patilla 27** - El modo B está alto y A14 permanecerá a nivel bajo, ya que se halla fuera de la gama de direccionamiento. IC17D (patilla 11) seguirá por lo tanto al pulso de PROG.

#### TIPO 27256:

**Patilla 1** - como la 2764.

**Patilla 20** - como la 2732.

**Patilla 22** - como la 2764.

**Patilla 23** - como la 2732.

**La Patilla 26** - como 2764.

**La Patilla 27** - El modo B está bajo e IC16D (patilla 11) permanecerá a nivel bajo. IC17D (patilla 11) seguirá a A14.

#### TIPO 27512:

**Patilla 1** - El modo A está bajo y Q3-Q4 permanecen desactivados. A15 se acopla a la patilla 1 por D3.

**Patilla 20** - como la 2732.

**Patilla 22** - El modo A está bajo e IC15B (patilla 6) estará alta, activando así a Q1 y Q2, acoplando VPP a la patilla 22.

**Patilla 23** - como la 2732.

**Patilla 26** - como la 2764.

**Patilla 27** - como la 27256.

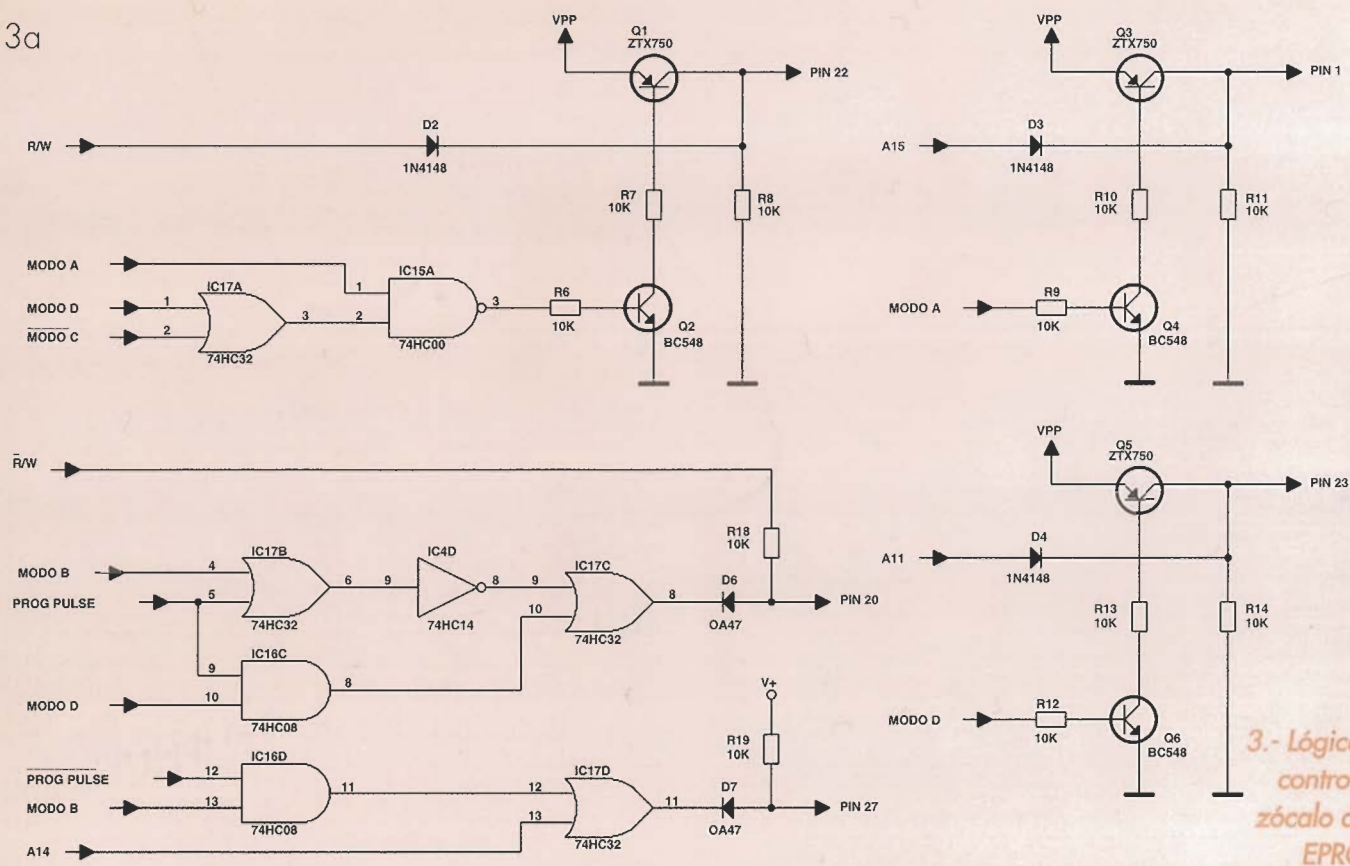
Hemos de señalar que tanto D6 como D7 son de tipo germanio, ya que los de silicio ocasionarían que las entradas a nivel lógico 0 de la EPROM estén en el límite de sus especificaciones.

Las dos puertas lógicas que, de otra manera, estarían inutilizadas, se usan para controlar los diodos LED de Lectura y Programación. IC18B (patilla 6) pasa a nivel bajo cuando, tanto R/W como ON/OFF, están a nivel lógico bajo; D9 (Lectura) se activa por medio de Q10, mientras IC18C (patilla 8) pasa a nivel bajo cuando R/W y ON/OFF están a su vez en bajo, iluminando D8 (Programación) por medio de Q9. Cuando ambos diodos LED están inactivos será el momento más adecuado para insertar o quitar la EPROM, las otras líneas habrán sido puestas a bajo nivel por el software antes de que ON/OFF pase a nivel alto.

IC21 es el regulador de 5 voltios y energiza a todos los integrados lógicos. D11 protege el circuito contra la polaridad inversa, ya que es fácilmente posible invertir la polaridad según sea el tipo de fuente de alimentación utilizada. El diodo LED D10 indica que la unidad está energizada. IC20 suministra la alimentación a la EPROM, y es controlado por la línea ON/OFF por medio de Q17 y Q18. Q19 eleva la masa de la patilla de IC20 a 1 Voltio, dándonos así 6 voltios. Cuando se requieren los 5 V, Q19 es desconectado por Q20, controlado a su vez por IC18D, esto sucede si 5 V/6 V -o WW- está a nivel bajo. IC19 es un regulador conmutado elevador que produce la tensión de programación requerida. La tensión es ajustada por la desconexión de secciones de la cadena de resistencias realizada por los transistores. Las 2716 requieren 25 voltios, no 21 voltios, por lo que la línea de modo D se usa para preparar esto. Los controles de línea R/W los realizan Q15 y Q16 que conectan la alimentación a la EPROM cuando la unidad está en el modo de Programación.



3a



## Comprobación

La placa debería probarse antes de montarla en su caja. No colocaremos IC3 o IC19 aún. Conectamos la unidad a una fuente de alimentación a través de un polímetro ajustado a 500 mA CC o más. Accionamos el interruptor y observamos la lectura, si ésta excede de 200 mA desconectaremos inmediatamente y averiguaremos la razón. Anotaremos esta corriente. Si todo va bien quitaremos el medidor y conectaremos la alimentación directamente. Luego colocaremos el medidor en 10 V CC, o escala similar, y verificaremos la tensión en las patillas de alimentación de los TTL, ésta debería estar entre 4,75 V y 5,25 V. También verificaremos los + 9 V (aproximados) en la patilla 2 de IC1 y los - 9 V de la patilla 6 de IC1.

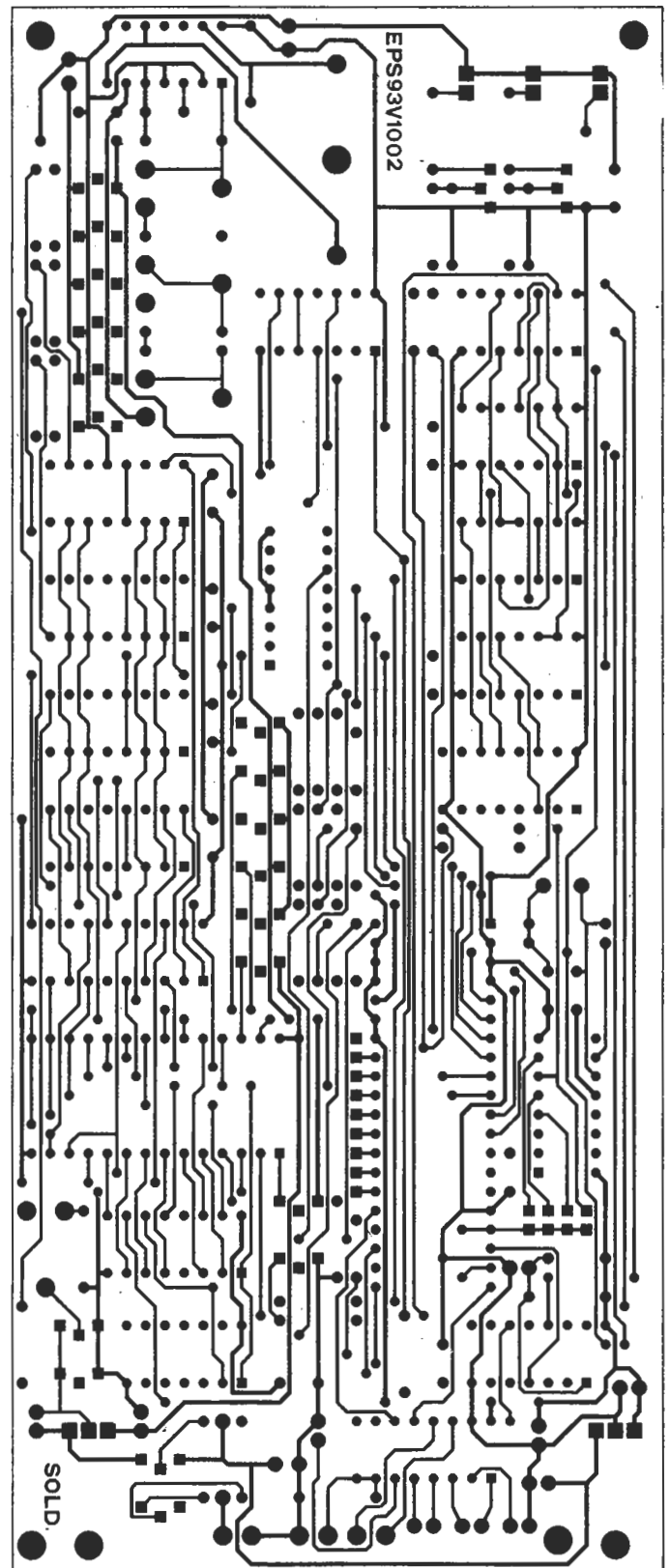
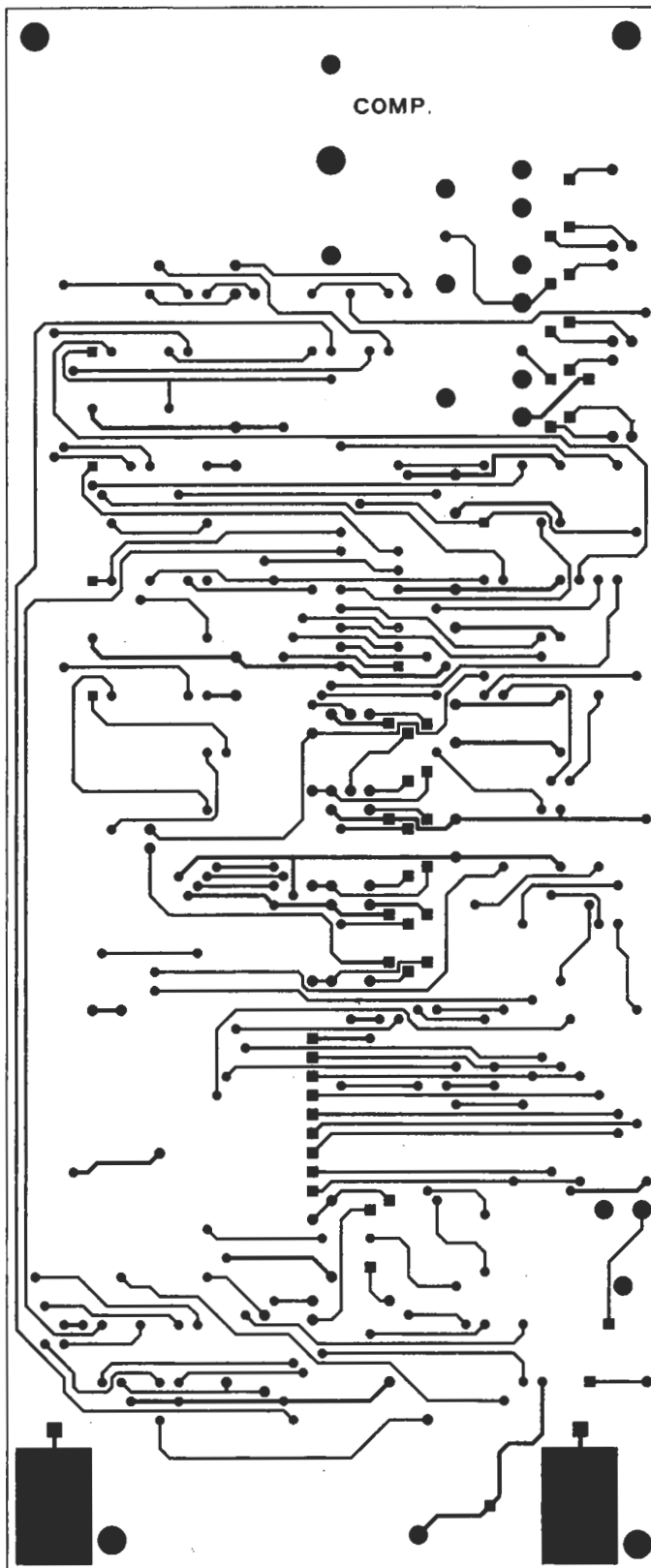
Si tenemos un osciloscopio, comprobaremos la entrada de CC y nos aseguraremos de que cualquier bajada de dicho rizado no descienda de los 10 V. Si hay un rizado importante en la fuente de alimentación (mayor que 1 Vpp), conectaremos un

condensador de 1.000  $\mu$ F/25 V directamente, a través de la entrada de CC.

Podemos ya preparar ahora los circuitos integrados restantes, ajustar las tensiones y tratar de hacer funcionar la unidad, ¡y probablemente conseguirlo! Sin embargo, aconsejamos que la operación siguiente sea una verificación paso a paso para así asegurar que la unidad está totalmente operativa. Una sonda de lógica u osciloscopio nos resultaría muy útil, aunque la mayoría de las comprobaciones pueden hacerse con un simple polímetro.

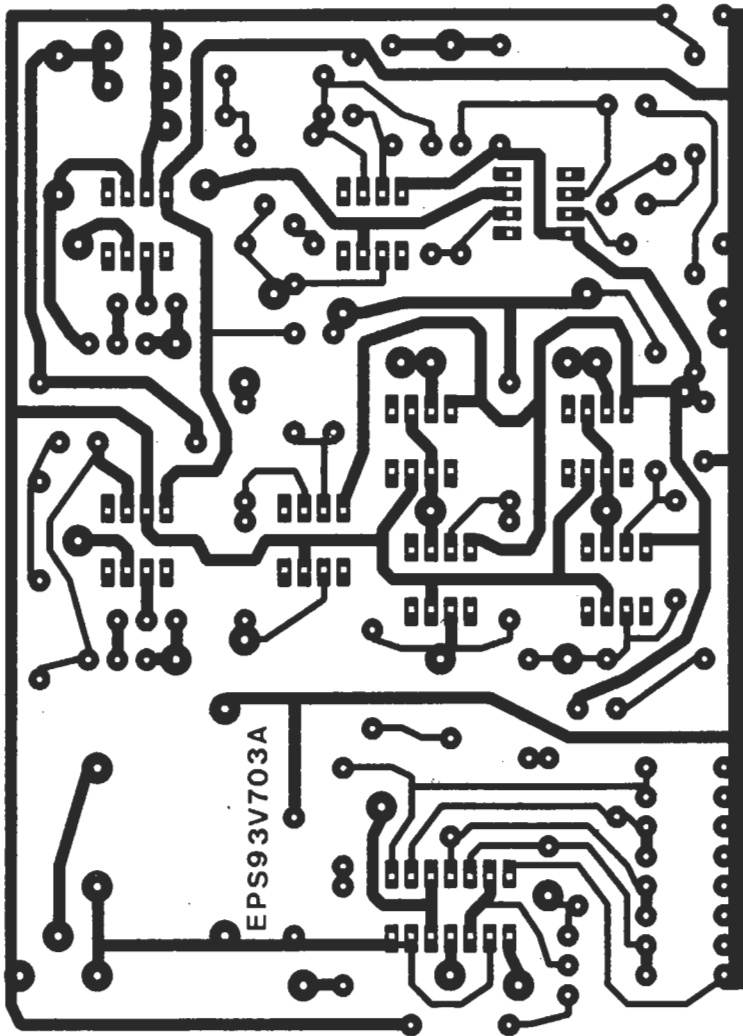
Si tenemos un ordenador IBM o compatible, arrancaremos BASICA o bien G.W.BASIC (o QBASIC si tenemos MS-DOS 5), y entramos en el programa de prueba enumerado como 1. Si nuestro ordenador es diferente puede que tengamos que modificar o reescribir el programa; en las notas "Cómo Funciona-Software" encontraremos bastantes consejos que nos servirán de ayuda. Puede ser peligroso intentar acceder a un PC teniendo demasiadas dudas sobre el mismo.

Colocamos IC3 (6402), conectamos el programador al ordenador a través del puerto serie RS232 (véase la Figura 5), encendemos el PC y entonces activamos el software. El software esperará a que

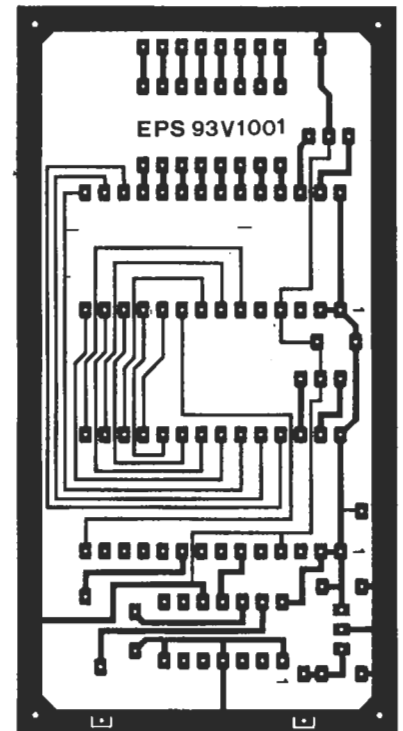


EPS 93V102.- Programador de Eprom

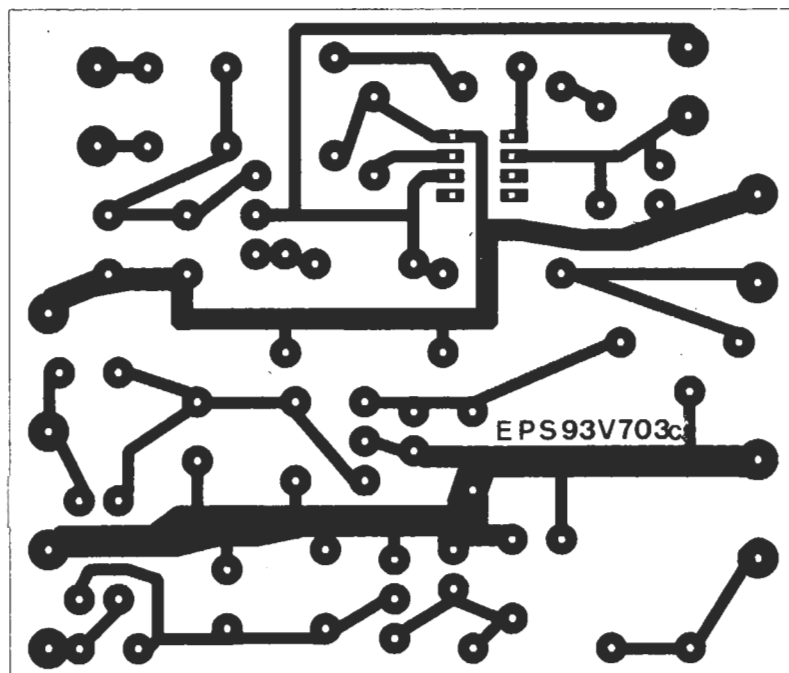




EPS 93V703A.- Medidor de temperatura.



EPS93V1001.-  
Servocontrolador de 8  
canales.



EPS 93V703C.- Medidor de temperatura.

**Lista de componentes**

**Resistencias:**  
 R1,6-19,27-33,36-38,41-42: 10 K $\Omega$   
 R2: 4,7 M $\Omega$   
 R3: 2,2 K $\Omega$   
 R4: 1 K $\Omega$   
 R5: 47 K $\Omega$   
 R20,21: 22 k $\Omega$   
 R22,23,40: 330  $\Omega$   
 R24: 0,47  $\Omega$  (ó 2 resistencias de 1  $\Omega$  en paralelo)  
 R25: 1,2 k $\Omega$   
 R26: 8,2 k $\Omega$   
 R34: 5,6 k $\Omega$   
 R35: 1,5 k $\Omega$   
 R39: 470  $\Omega$   
 RN1: 100 K X 8 SIL  
 RV1: 470  $\Omega$  potenciómetro horizontal  
 RV2-4: 4,7 k $\Omega$  potenciómetro horizontal

introducamos un número hexadecimal de 2 dígitos (seguido de <Intro>) y entonces enviarlo al programador, el cual nos devuelve un número. Si todo fue bien imprimirá el número, de otra forma imprime \*\*. Para salir, simplemente pulsaremos <Intro> de nuevo. Teclee 'FF' (sin comillas, seguido de <Intro>). Verifique los niveles lógicos presentes en las patillas 5 a 12 de IC3, deberían estar todos a 1. Observamos que la lógica 1 es cualquier valor por encima de 3,5 V y la lógica 0 será cualquier valor inferior a 0,5 V. Ahora, tecleamos '00' y los niveles lógicos deberán ponerse todos a 0. Para asegurarnos, tecleamos '55' y los niveles deberán ser 01010101; entonces, si ponemos 'AA' los niveles pasarán a ser 10101010. Si tenemos una sonda lógica u osciloscopio veremos un corto impulso positivo en la patilla 19 cuando es enviado el número. La causa más probable de problemas aquí es la conexión del RS232. ¿Estamos empleando el puerto correcto (COM1) del PC? Podemos editar la línea 70 del programa si queremos usar un puerto distinto de COM1. ¿Hemos colocado LK1 en 9600 (debemos reducirlo si su tipo de ordenador no trabaja a 9600)? También podemos intentar conmutar los cables 2 y 3 del conector RS232. Si el programa parece bloquearse intentaremos desconectar el hilo de CTS (Ctrl-Brk parará el software en este caso). Verifique las conexiones

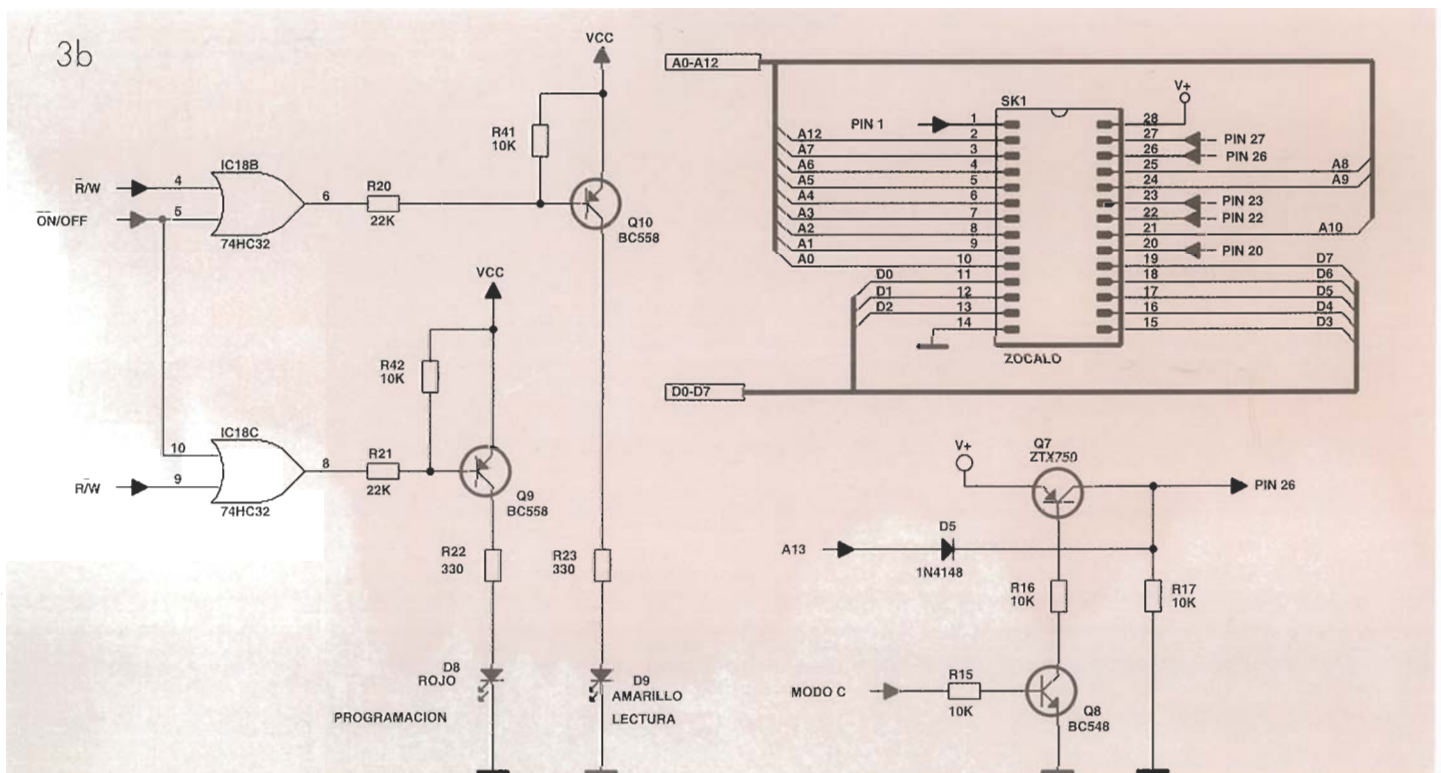
de su puerto de comunicaciones series, si tenemos la tarjeta 'Everex EV170 Magic I/O' (usada en muchos antiguos XT y 286).

Tecleamos luego '0F' y medimos las patillas 9, 10, 15 y 16 de IC6, éstas deberán estar a lógica 1. Ahora pulsamos '00' y deberán pasar todos a lógica 0. Si tecleamos '05' deberíamos obtener un 0101, y '0A' debería dar 1010. Repetiremos el procedimiento anterior, reemplazando el carácter primero con unos ('1') y comprobando los niveles sobre IC7, pasamos entonces a '2', en IC8, y finalmente hacemos lo propio con '3' e IC9.

Seguidamente, escribimos '00', '10', '30' y por último '70'. Después de escribir '70' la pantalla deber mostrarnos un '00', en las demás ocasiones debe haber presentado '\* \*'. El diodo LED rojo, etiquetado como "Program", debería también estar activado y presentar un '00' sobre el bus de datos, lo que seleccionaría el modo de escritura para así activar U10, y leer los datos recibidos por el RS232. La causa más probable de problemas aquí es nuevamente el RS232.

A continuación, pulsamos '31' y luego '70'. La pantalla debería mostrar 'FF' y el diodo LED amarillo de lectura debería activarse. IC10 está ahora inhabilitado debido a que las salidas son de tipo triestado y están polarizadas a positivo por RN1.

Si ahora tecleamos '30', y luego '70', tendríamos





que volver a '00' nuevamente. Con '0F', '1F' y '70' deberíamos volver a 'FF', mientras que con '05', '15' y '70' debería darnos '55', y tecleando '0A', '1A' y luego '70' el resultado sería 'AA'. También debemos verificar que los datos correctos llegan realmente a las patillas de la EPROM, tal y como se muestra en el cuadro adjunto.

Nos ocuparemos ahora del bus de dirección. Teclearemos el programa dado en el listado 2 (guardaremos el otro programa antes, ya que se necesitará nuevamente).

El programa configura el programador para EPROM, tipo 27512, por lo que se usan las 16 líneas de dirección de la EPROM y deberán verificarse. El programa pone a cero el contador de dirección y entonces, repetidamente, incrementa el conteo, parándose en puntos seleccionados para permitir las verificaciones necesarias, tal y como se ve en el cuadro adjunto.

Los niveles lógicos deberán verificarse sobre las patillas del zócalo de la EPROM durante las pausas de programa, si un nivel es incorrecto sobre la patilla apropiada de IC11 ó IC12, deberemos seguir el fallo. Advertiremos que el programa puede correr bastante lentamente.

Ahora, recargaremos el primer programa de prueba. Conectaremos un osciloscopio o sonda lógica a IC15 (patilla 11). Tecleamos '30'. Entonces, al escribir '60', observaremos un pulso positivo de 40 milisegundos. Cambiamos la sonda a la patilla 8 de IC15 y el pulso deberá ser negativo. Entonces escribimos '32' y repetimos el proceso anterior. El pulso, en estos momentos, debe ser de 1 milisegundo. Con la sonda lógica podremos detectar la presencia de este pulso.

A continuación, apagaremos el equipo e insertaremos IC19. Conectaremos un polímetro ajustado a unos 500 mA CC, en serie con el interruptor de encendido, y encenderemos el equipo de nuevo. Si la corriente es superior a 100 mA deberemos abrir el interruptor y averiguar la causa. Lo más probable es que sea debido a un cortocircuito de VPP en algún punto. Si todo ha ido bien, quitaremos el polímetro y conectaremos la alimentación directamente. Colocaremos los cuatro potenciómetros en su posición central.

Colocaremos un polímetro de prueba a 10 V CC y lo conectaremos entre las patillas 28 (+ Ve) y 14 (- Ve) del zócalo de la EPROM. Tecleamos '23' y después '38', el polímetro debería leer  $5\text{ V} \pm 0,25\text{ V}$ . Ahora, escribimos '30' y la lectura debería subir,

ajustaremos RV1 para una lectura de  $6,1\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ . Tecleando '80', la tensión debería bajar a cero. Colocamos el polímetro en la gama de 30 V CC y situaremos la sonda + del polímetro a la patilla 1 de la EPROM. Ahora tecleamos '34' y, seguidamente, ajustamos RV2 para una lectura de  $12,6\text{ V} \pm 0,1\text{ V}$ . Luego, escribimos '30' y ajustamos RV3 para  $21\text{ V} \pm 0,25\text{ V}$ . Por último, escribimos '2F' y ajustamos RV4 para obtener  $25\text{ V} \pm 0,25\text{ V}$ . Si en este momento tecleamos '31' la tensión debería bajar a cero.

Los únicos elementos por verificar ahora son las configuraciones para los diferentes tipos de EPROM. Como se describe en el apartado "Cómo trabajan...", las funciones de las seis patillas del zócalo de las EPROM varían dependiendo del tipo de EPROM. Las líneas de dirección ya se han verificado en el zócalo, comprobando la tensión de programación de la patilla 1. La verificación de las combinaciones restantes se detalla más adelante.

Escribimos ahora '40' para poner a cero los contadores de dirección. Conectamos un osciloscopio o una sonda lógica en la patilla 20 del zócalo de la EPROM. Pulsamos '30' y después '2F'. Un pulso positivo de 40 milisegundos debería observarse cuando se escriba un '60'. Tecleamos '20', y el pulso observado al presionar '60' deberá ahora ser negativo. Entonces escribimos '23' y la línea debería permanecer en la lógica 0, cuando se escribe un '60'. Movemos la sonda a la patilla 22. Tecleamos '2F' y luego '31' y la línea debería estar en la lógica 0. El tecleado de '3F' debería pasar a lógica 1. A continuación escribimos '20' y deberíamos subir a 21 V. Movemos la sonda a la patilla 23 que debe estar en lógica 0. Al escribir '2F' la línea debería subir a 25 V. Mueva la sonda a la patilla 26, que debe estar en 6 V. Al pulsar '20' debería pasar a lógica 0. Finalmente, moveremos la sonda a la patilla 27 y escribimos '23'. Un pulso negativo de 40 milisegundos debería verse cuando escribamos un '60'. Si hemos llevado a buen fin todas estas pruebas, podemos estar seguros de que nuestro programador es total y perfectamente operativo.



El prototipo va montado en una caja plástica con unas dimensiones externas de 220 X 150 X 64 mm. El panel móvil se desplazará al fondo de la

#### Condensadores:

C1-5,8,15,16:  
10  $\mu\text{F}$ , 16 V,  
electrolítico  
C6,7: 22 pF,  
cerámico  
C8: 2,2 nF,  
cerámico  
C10: 220 pF,  
cerámico  
C11: 470 nF,  
cerámico  
C12: 47  $\mu\text{F}$ , 35 V  
electrolítico  
C13: 47  $\mu\text{F}$ , 16 V  
electrolítico  
C14,17: 1  $\mu\text{F}$ ,  
16 V electrolítico  
C18-20,22-27:  
220  $\mu\text{F}$ , 25 V  
electrolítico

#### Inductancias:

L1: 470  $\mu\text{H}$  2.3  
A tipo bobina

#### Semiconductores:

IC1: MAX232  
IC2: 74HC4060  
IC3: 6402  
IC4: 74HC14  
IC5: 74HC238  
IC6-9: 74HC75  
IC10: 74LS244  
IC11,13:  
74HC4040  
IC12:  
74HC4024  
IC14: 74HC20  
IC15: 74HC00  
IC16: 74HC08  
IC17,18:  
74HC32  
IC19: TL497  
IC20,21: 7805  
Q1,3,5,7,15,17:  
2TX750-751-  
752  
Q2,4,6,8,13,14,  
16,18-20:  
BC547-548-549  
Q9-12: BC557-  
558-559

## LISTADO 1

```

10 REM***EPROM Programador BASICA Programa de Test 1 Versión 1.00
20 REM
30 SCREEN 0:CLS
40 PRINT EPROM Programador BASICA Programa de Test 1
50 PRINT
60 OPEN "COM1:9600,N,8,1,CS200,CD0,DS0" FOR RANDOM AS #1LEN=1
70 INPUT ; A$
80 IF A$="" THEN PRINT "SALIR":CLOSE #1: END
90 IF LEN(A$) <> 2 THEN PRINT TAB(10); "ERROR DE ENTRADA": GOTO 80
100 PRINT#1, CHR$(VAL("&h" + A$));
110 TIMEOUT = TIMER + 0.1
120 IF EOF(1) AND TIMER<TIMEOUT THEN GOTO 130
130 IF TIMER>=TIMEOUT THEN PRINT TAB(10); "***": GOTO 80
140 A$=HEX$(ASC(INPUT$(1,#1)))
150 IF LEN(A$) <2 THEN A$= "0" + A$
160 PRINT TAB (10); A$
170 GOTO 80

```

## LISTADO 2

```

10 REM***EPROM Programador BASICA Programa de Test 2 Versión 1.00
20 REM
30 SCREEN 0:CLS
40 PRINT EPROM Programador BASICA Programa de Test 2
50 PRINT
60 OPEN"COM1:9600,N,8,1,CS200,CD0,CD0,DS0" FOR RANDOM AS#1 LEN=1
70 PRINT #1, CHR$(VAL("&h20"));
80 PRINT#1,CHR$(VAL("&h31"));
90 PRINT#1,CHR$(VAL("&H40"));
100 FOR COUNT = 0 TO 65535
110 LOCATE CSRLIN,1: PRINT COUNT:
120 IF COUNT = 0 THEN GOSUB 210
130 IF COUNT = 21845 THEN GOSUB 210
140 IF COUNT = 43690 THEN GOSUB 210
150 IF COUNT = 65535 THEN GOSUB 210
160 PRINT#1,CHR$(VAL("&h50"));
170 IF INKEY$=CHR$(27) THEN PRINT TAB(8); ABORTADO: GOTO 200
180 NEXT
190 CLOSE#1:END
200 PRINT TAB(8); "PULSAR UNA TECLA PARA CONTINUAR..."
210 IF INKEY$="" THEN GOTO 220
220 RETURN

```

misma, y puede adaptarse a nuestro gusto con ayuda de los adhesivos incluidos, si así se requiriera. La placa superior deberá cortarse para alojar el EPROM ZIF (Zócalo de "Fuerza de Inserción nula") y los diodos LED; también haremos cuatro agujeros para fijar la placa. Puede que además queramos hacer cuatro agujeros pequeños para permitir el ajuste de los potenciómetros.

El corte rectangular para el zócalo ZIF puede hacerse perforando una línea de agujeros alrededor del borde y entonces sacar fuera la parte central. Habrá que tener cuidado al partirlo para no hacer el agujero demasiado grande o el resultado quedará bastante deslucido.

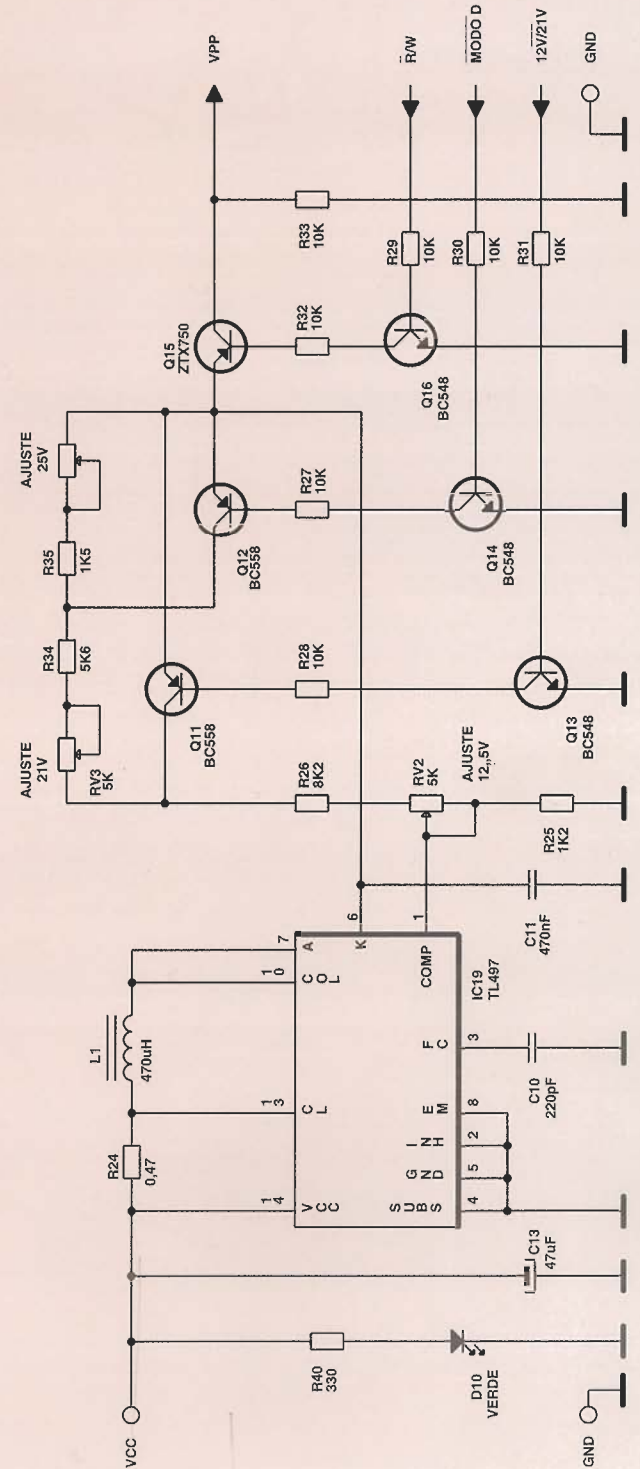
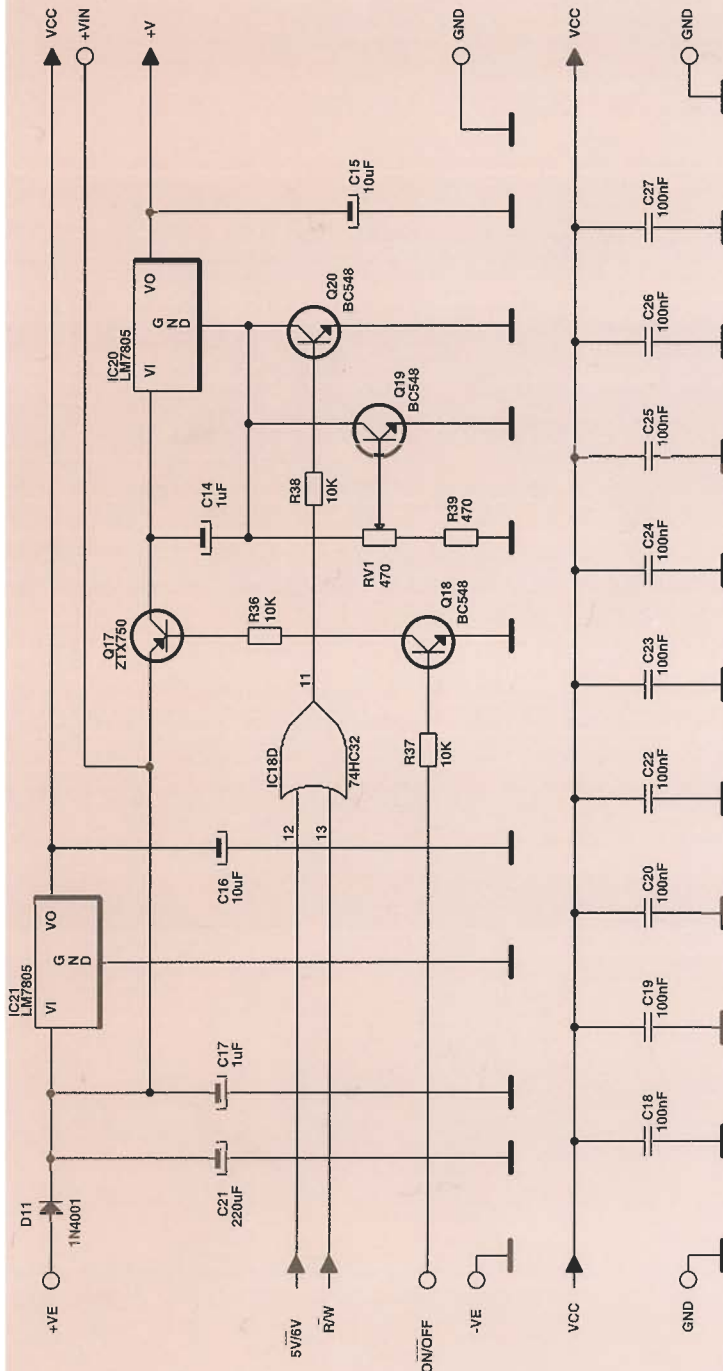
Colocaremos la placa y marcaremos las posiciones de los cuatro agujeros de fijación y también mediremos las posiciones de los tres agujeros para diodos LED. El LED primero está 4 mm por debajo y 6 mm a la izquierda del agujero superior derecho de fijación de la caja (vista ésta desde fuera), los otros dos se espaciarán en intervalos de 9 mm. Los agujeros de fijación son de 3 mm de diámetro, mientras que los agujeros para los diodos LED son de 5 mm. También haremos los agujeros apropiados en la parte trasera de la caja para la entrada de CC y el cable o conector RS232. En el prototipo hemos utilizado una toma de 3,5 mm para la alimentación (ello fue debido a la coincidencia con la clavija de la fuente de alimentación empleada), y el cable RS232 se pasó a través de un agujero adaptado al mismo. Hay que elegir conectores que no ofrezcan el riesgo de desconectarse accidentalmente.

Soldaremos los cables apropiados a la placa para las conexiones externas a la misma e introduciremos los diodos LED a través de los agujeros de la placa (no los soldaremos aún). Montamos la placa en la caja usando los tornillos, tuercas y los separadores adecuados, entonces colocaremos los diodos

LED para que sobresalgan ligeramente a través de los agujeros y los soldaremos en su lugar. Completaremos el interconexiónado (véase la Fig. 5) y cerraremos la caja. Si un condensador de filtrado adicional se estimara necesario durante la prueba, este puede montarse en las patillas del zócalo de entrada de CC, o sobre la parte trasera de la placa y en paralelo con C21.



4



## Utilización

El software de control se muestra en el listado 3 y es el adecuado para un PC IBM o compatible, funcionando en BASICA, G.W.BASIC o QBASIC. Este software es el mínimo requerido para hacer

un uso adecuado del programador. El funcionamiento del software se describe en el apartado "Cómo Funciona: Software".

Si manejamos BASICA o G.W.BASIC, el programa correrá bastante lento. Esta es una limitación del LENGUAJE BASIC interpretado. El QBASIC suministrado con MS-DOS 5 es un producto mucho más avanzado y una mejor opción en este aspecto.

## Cómo funciona: El software

En la sección siguiente suponemos que el lector dispone de un razonable conocimiento de cómo programar en BASIC. El software se escribió para Microsoft BASICA, suministrado con un Compaq DOS 3.31. También se ha probado con QBASIC, suministrado con MS-DOS 5 y con Microsoft QuickBASIC V4.5. Los usuarios de las otras versiones de BASIC quizá tengan que modificar el código para adaptarlo.

El primer programa de prueba se muestra en el listado 1. La línea 70 abre COM1 (el puerto serie #1) en <9600> Baudios, <N> a la verificación de paridad, <8> bits de datos, y <1> bit de parada. El CTS se activa a los 200 milisegundos, CD y DSR son entonces inhabilitados. Otro puerto serie puede usarse en lugar de COM1 si así lo deseamos, con solo reeditar esta línea.

La línea 80 acepta una entrada desde el teclado, el punto y coma origina que el cursor permanezca en la misma línea después de un <Intro>. La línea 90 termina el programa si no se introduce un valor en ella. La línea 110 convierte los datos de entrada de dos cadenas de caracteres en un byte único y lo envía al puerto serie.

Nótese que en BASICA los números hexadecimales van indicados por una '&h', por lo que el valor de '&hFF' es 255.

Las líneas 120 a 170 tienen la misión de esperar 0,1 segundos para que los datos sean enviados al puerto serie y visualizados. TIMER es una variable que contiene el número de segundos transcurridos desde las 00:00 en 2 localizaciones de tipo decimal (actualizados 18,2 veces por segundo), la cual se emplea en líneas 120 y 130 para controlar el tiempo de reposo. EOF (1) tendrá un valor de 0 si los datos están presentes, de otra manera será 1. La línea 140 imprime '\* \*' si se llega a un tiempo de reposo, de otro modo las líneas 150 a 170 leen el valor, lo convierten desde un único byte a dos cadenas de caracteres (usando la función HEX\$) y lo imprimen. La línea 180 retorna al inicio.

El segundo programa de prueba, mostrado en el listado 2, se usa para probar el sistema contador de dirección. Éste reinicializa los contadores y luego, repetidamente, los incrementa enviando el código apropiado. La operación debería resultar evidente, dada la información comentada arriba.

El programa principal de control se muestra en el listado 3. Este software es el mínimo requerido para hacer un uso apropiado del programador. Se escribió de manera que su funcionamiento fuera relativamente fácil de comprender, y no está destinado a ser un ejemplo de programación estructurada.

Las subrutinas de las líneas 7000 a 7060, y 8000 a 8020 toman un byte desde el puerto serie y envían un byte al puerto paralelo, respectivamente. Su operación está descrita en el Listado 1. Estas subrutinas se llaman frecuentemente por el resto del programa.

La línea 100 abre las comunicaciones serie, como antes se explicó. Las líneas 120 a 300 tratan de establecer comunicación con el programador y comprueban si la conexión CTS está activa y funcionando. La línea 120 ajusta el pulso de programación a 40 milisegundos, e inicia un pulso de programación inmediatamente seguido por una instrucción de envío. Si CTS está presente, la ins-

trucción no se enviará hasta que el pulso de programa haya terminado de recibir datos, en caso contrario no se enviará dato alguno (véase el apartado 'Cómo Funciona: El Hardware'). La variable PAUSE% pasa a 1 si no detecta la línea CTS, ocasionando que el software agregue los retardos convenientes al mismo, notaremos que esto retardará bastante la velocidad del software.

Las líneas 150 a 280 envían valores a los "latches" de datos, y luego intentan releerlos para así conseguir establecer una comunicación fiable.

Las líneas 310 a 780 solicitan información del usuario con respecto al tipo de EPROM y requerimientos de programación, mientras que las líneas 790 a 820 configuran el programador de modo adecuado.

Las líneas 1000 a 1230 forman el menú principal. Observamos que CHR\$(27) genera el valor de la tecla "Esc".

Las Secciones Lectura, Programación y Verificación usan archivos de datos en formato de programación HEX-ASCII.

La línea primera es el nombre del tipo de EPROM "2716, 2732" etc. Las líneas restantes comienzan con la dirección en HEX (4 dígitos), seguido por cuatro espacios, seguido por 16 bytes en HEX (2 dígitos) separados por un espacio. Las direcciones deben ser secuenciales, comenzando en 0000. Un pequeño ejemplo se muestra en el cuadro adjunto.

```
2716
0000 00 11 22 33 44 55 66 77 88 99 AA BB CC DD EE FF
0010 F0 23 DE F4 5A 22 3D 7E EA A2 C0 C038 24 AA00
:
:
07E0 00 23 48 DE A4 D7 E1 4C 9A 8B BB DE 09 FF FF FF
07F0 FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF FF
```

Debemos también destacar que este formato no es particularmente eficiente con el espacio de disco, el archivo de una 27512 ocupará unos 250 k. Una utilidad de compresión de archivo, tal como PKZIP o LHARC, reducirá bastante el tamaño para facilitar el almacenaje si el espacio de disco es un problema.

Con la información dada anteriormente, la operación de las secciones restantes del software debería resultar bastante factible.

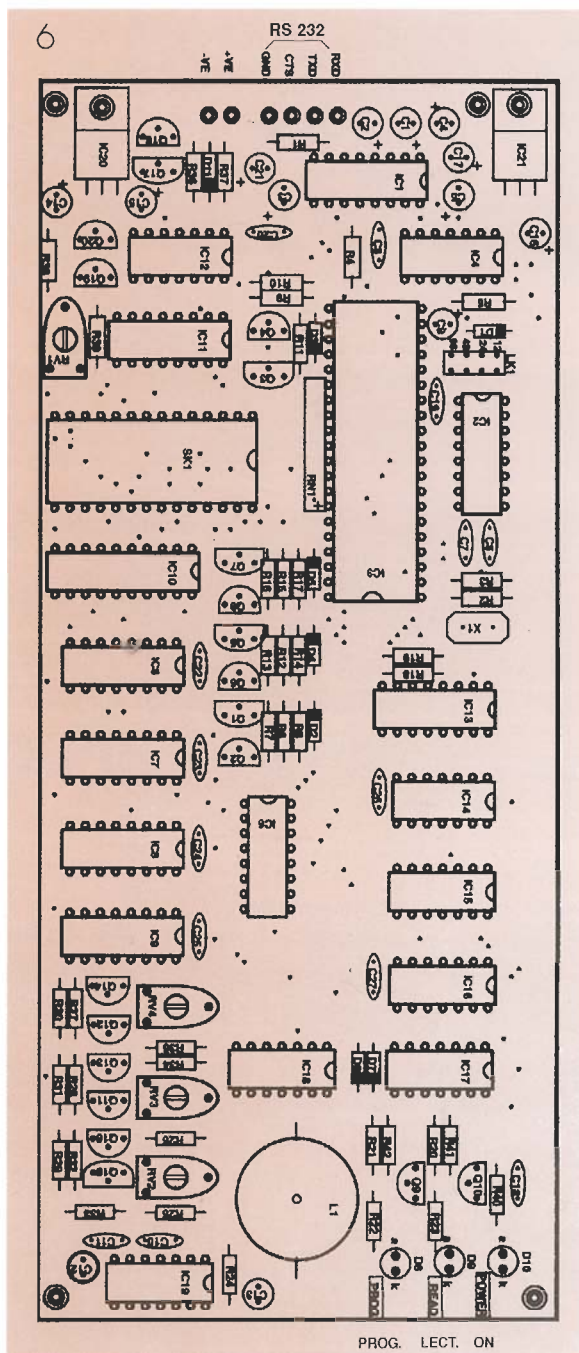
La sección comprendida entre 2000 y 2300 lee los contenidos del archivo EPROM. Las líneas 2100 y 2110 dan un retardo de 1/4 de segundo para permitir que la fuente de alimentación tome su valor.

La sección que va desde las líneas 3000 a 3390 programa la EPROM a partir del contenido de un archivo. Las líneas 3270 a 3290 agregan un retardo (100 milisegundos) para controlar que el pulso programador aparezca si la línea CTS no está lista, esto ocurrirá si el pulso de programación es 1 ó 40 milisegundos. Este retardo puede perfeccionarse, pero sería mejor conseguir que el CTS opere en primer lugar.

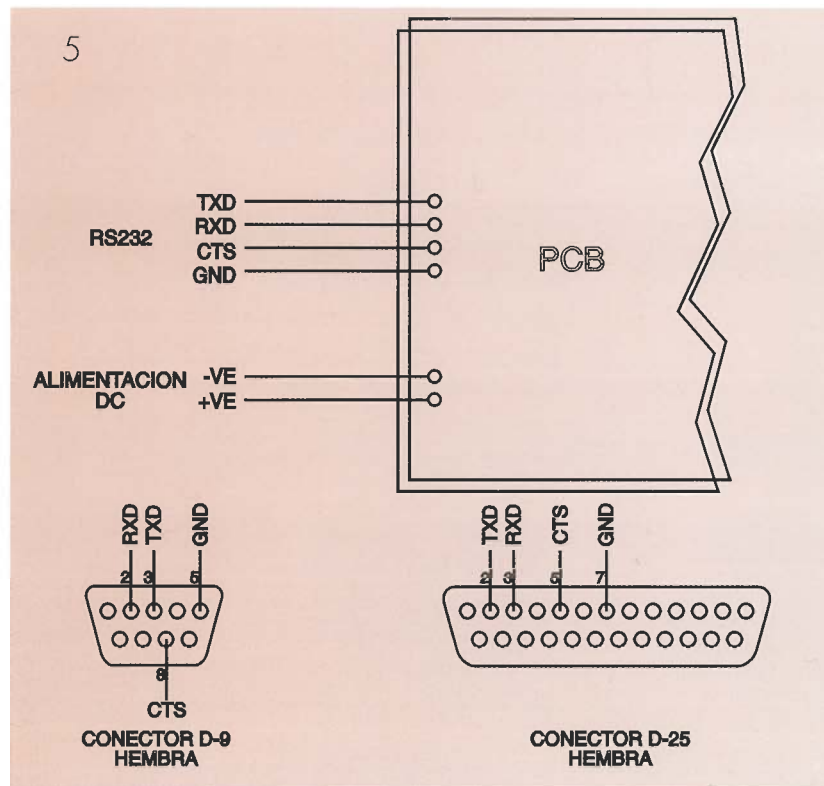
La sección que va desde 4000 a 4330 confronta los contenidos de la EPROM con un archivo, mientras que la sección 5000 a 5240 verifica si el dispositivo está en blanco (todas las posiciones contienen "FF"). La sección 6000 a 6220 comprueba las tensiones de programación.

El formato de los archivos Intel-HEX no es objeto de este artículo, por lo que, en un principio, deberemos aceptar el funcionamiento del programa sin entrar en más detalles.





Una EPROM no debe ponerse o quitarse si los diodos LED 'Program' o 'Read' están iluminados, o si el programador se configura para un tipo diferente de dispositivo. Las EPROM de 24 patillas deben adaptarse en las patillas más inferiores (3-26) del zócalo. En todo caso, la patilla 1 estará en la parte superior. Si no observamos esto, puede resultar dañada la EPROM o (menos probable) el programador.



El programador deberá activarse y conectarse al COM1 (RS232 puerto serie 1) sobre el ordenador. Arrancaremos el software y el diodo LED 'Program' se iluminará. La comunicación se ha establecido y el programa nos pedirá información sobre el tipo de EPROM y el método de programación requerido. Nos fijaremos en la tabla adjunta o bien consultaremos los datos del fabricante.

Algunas EPROM de tipo 2764 y 27129 requieren un sistema complejo de pulsos de programación,

Línea de datos	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Patilla del zócalo	19	18	17	16	15	13	12	11

Type	Expected Logic Level							
'00'	'10'	0	0	0	0	0	0	0
'050'	'15'	0	1	0	1	0	1	0
'0A'	'1A'	1	0	1	0	1	0	1
'0F'	'1F'	1	1	1	1	1	1	1

Línea de direcc.	A15	A14	A13	A12	A11	A10	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Patilla del zócalo	1	27	26	2	23	21	24	25	3	4	5	6	7	8	9	10

Conteo	Nivel lógico esperado															
'00'	'10'	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
'050'	'15'	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
'0A'	'1A'	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
'0F'	'1F'	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

aunque con un simple pulso de 1 ms nos bastará en situaciones normales. En caso de duda, o si tenemos problemas, probaremos el uso de pulsos de 40 ms. Aunque algunos 2716 y 2732 se programen acertadamente con pulsos de 1 ms, esto no es recomendado para las EPROM finales, pero pueden ser útiles cuando ejecutemos software de prueba.

El uso del sufijo "A" para 12,5 V con los tipos 2764 y 27128 parece ser una norma venida a menos y se sugiere que todas las 2764 y 27128 deben tratarse con 12,5 V en primera instancia, ya que 21 V destruirían una EPROM de 12,5 V.

Una vez hechas estas selecciones el diodo LED 'Program' se apagará y el menú principal aparecerá. 'Read' (la opción de 1 del menú) lee los contenidos de una EPROM y los deposita en un archivo. Advertiremos que el formato de archivo usado no es estándar, aunque se dispone de programas para convertir a/desde norma HEX Intel. La ventaja del formato de archivo es que resulta fácil de generar y editar manualmente. 'Program' (la opción 2) programa la EPROM desde un archivo. Se verificará

que la EPROM no está escrita antes de programarla, tales operaciones deberían hacerse desde el menú principal e individualmente si fuesen requeridas.

'Verify' (la opción 3) compara los contenidos de la EPROM con un archivo, y 'Blank Check' (la opción 4) borra los datos de la prueba.

Todas estas opciones informan del número de posiciones que se detectaron como erróneas.

'Change Configuration' (la opción 5) reinicia el software, por lo que tanto el tipo de EPROM como el método de programación pueden cambiarse.

'Adjust Voltages' (la opción 6) permite que se verifiquen las tensiones del programador y se ajusten si fuera preciso.

Después de todo lo anterior, sólo nos queda desearles a los lectores una "Feliz Programación".

Número(tipo) de EPROM	Tensión de Programación	Tensión de alimentación	Longitud del pulso de programación
2716 & 27C16	25V	5V	40ms
2732 & 27C32	21V	5V	40ms
2764	12.5V	5V	1ms
27C64 & 2764A	21V	5V	1ms
27128	12.5V	5V	1ms
27C128 & 27128A	12.5V	5V	1ms
27256 & 27C256	12.5V	6V	1ms
27512 & 27C512	12.5V	6V	1ms

## LISTADO 3

```

10 REM***EPROM Programador BASICA Control Software Version 1.00
20 REM
30 SCREEN0:CLS
40 PRINT " EPROM Programmer BASICA Control Software -(C)"
50 PRINT:PRINT "Asegúrese de que el zócalo de la EPROM está vacío, después pulse una tecla"
60 K$=INKEY$:IF K$="" THEN GOTO 70
70 IF K$=CHR$(27) THEN PRINT:PRINT "Quit":GOTO 10000
80 PRINT "Estableciendo comunicación":
90 OPEN "COM1:9600,N,8,1,CS200,CDO,DSO" FOR RANDOM AS#1LEN=A
100 PRINT": ";
110 S$="30":GOSUB 8000:S$="60":GOSUB 8000:S$="70":GOSUB 8000:GOSUB 7000
120 IF F$="" THEN PAUSE%=1 ELSE PAUSE%=0
130 PRINT": ";
140 S$="05":GOSUB 8000:S$="15":GOSUB 8000:S$="60":GOSUB 8000
150 IF PAUSE%=0 THEN GOTO 190
160 TIME=TIMER+0.1
170 IF TIMER<TIME GOTO 180
180 S$="70":GOSUB 8000
190 GOSUB 7000
200 IF F$<>"55" THEN GOTO 9000
210 PRINT": ";
220 S$="0A":GOSUB 8000:S$="1A":GOSUB 8000:S$="60":GOSUB 8000
230 IF PAUSE%=0 THEN GOTO 270
240 TIME=TIMER+0.1
250 IF TIMER<TIME GOTO 260
260 S$="70":GOSUB 8000:GOSUB 7000

```



```

270 IF F$ <> "AA" THEN GOTO 9000
280 PRINT " ";
290 IF PAUSE% = 0 THEN PRINT "Ok." ELSE PRINT "Sin línea CTS. Se usa retardo SOFTWARE".
300 PRINT
310 PRINT " 1-2716"
320 PRINT " 2-2732"
330 PRINT " 3-2764"
340 PRINT " 4-27128"
350 PRINT " 5-27256"
360 PRINT " 6-27512"
370 PRINT "Seleccionar tipo de EPROM:";
380 K$ = INKEY$
390 IF K$ = CHR$(27) THEN PRINT "Quit": GOTO 10000
400 IF K$ = "1" THEN TYPENAME$ = "2F": MAXADDR = 2047: GOTO 480
410 IF K$ = "2" THEN TYPENAME$ = "2732": TYPECODE$ = "25": MAXADDR = 4095: GOTO 480
420 IF K$ = "3" THEN TYPENAME$ = "2764": TYPECODE$ = "23": MAXADDR = 16383: GOTO 480
430 IF K$ = "4" THEN TYPENAME$ = "27128": TYPECODE$ = "23": MAXADDR = 16383: GOTO 480
440 IF K$ = "5" THEN TYPENAME$ = "27256": TYPECODE$ = "21": MAXADDR = 32767: GOTO 480
450 IF K$ = "6" THEN TYPENAME$ = "27512": TYPECODE$ = "20": MAXADDR = 65535: GOTO 480
460 GOTO 390
470 PRINT TYPENAME$
480 PRINT
490 PRINT " 1 -12.5 Volts"
500 PRINT " 2-21/25 Volts"
510 PRINT "Seleccionar tensión de programación:";
520 K$ = INKEY$
530 IF K$ = CHR$(27) THEN PRINT "Quit": GOTO 10000
540 IF K$ = "1" THEN PROGVLTNNAME$ = "12.5 Volts": STATUS% = 4: GOTO 580
550 IF K$ = "2" THEN PROGVLTNNAME$ = "21/25 volts": STATUS% = 0: GOTO 580
560 GOTO 530
570 PRINT PROGVLTNNAME$
580 PRINT
590 PRINT " 1-5 Volts"
600 PRINT " 1-6 Volts"
610 PRINT "Seleccionar tensión de alimentación de EPROM:";
620 K$ = INKEY$
630 IF K$ = CHR$(27) THEN PRINT "Quit": GOTO 10000
640 IF K$ = "1" THEN SUPPVOLTNNAME$ = "5 Volts": STATUS% = STATUS% + 8: GOTO 680
650 IF K$ = "2" THEN SUPPVOLTNNAME$ = "6 Volts": STATUS% = STATUS% + 0: GOTO 680
660 GOTO 630
670 PRINT SUPPVOLTNNAME$
680 PRINT
690 PRINT " 1-1 MilliSecond"
700 PRINT " 2-40 MilliSeconds"
710 PRINT "Seleccionar duración impulso de programación:";
720 K$ = INKEY$
730 IF K$ = CHR$(27) THEN PRINT "Quit": GOTO 10000
740 IF K$ = "1" THEN PROGULSENNAME$ = "1 MilliSecond": STATUS% = STATUS% + 2: GOTO 780
750 IF K$ = "2" THEN PROGULSENNAME$ = "40 MILLISECONDS": STATUS% = STATUS% + 0: GOTO 780
760 GOTO 730
770 PRINT PROGULSENNAME$;
780 S$ = TYPECODE$: GOSUB 8000
790 S$ = "3" + HEX$(STATUS%+1): GOSUB 8000
800 S$ = "00": GOSUB 8000: S$ = "10": GOSUB 8000
810 S$ = "40": GOSUB 8000: S$ = "80": GOSUB 8000
820

1000 REM***Menú principal
1010 CLS
1020 PRINT "Tipo"; TYPENAME$; " Programa"; PROGVLTNNAME$;
1030 PRINT "Tipo"; TYPENAME$; " Programa"; PROGVLTNNAME$
1040 PRINT "Alimentación"; SUPPVOLTNNAME$; " Impulso"; PROGULSENNAME$
1050 PRINT: PRINT "MENU PRINCIPAL"
1060 PRINT "~~~~~"
1070 PRINT " 1-Leer"
1080 PRINT " 2-Programar"
1090 PRINT " 3-Verificar"
1100 PRINT " 5-Cambiar Configuración"
1120 PRINT " 6-Ajustar Voltajes"
1130 PRINT "ESC-Salir"
1140 PRINT: PRINT "Seleccionar Opción:";
1150 K$ = INKEY$

1160 IF K$ = "1" THEN PRINT "Leer": GOTO 2000
1170 IF K$ = "2" THEN PRINT "Programar": GOTO 3000
1180 IF K$ = "3" THEN PRINT "Verificar": GOTO 4000
1190 IF K$ = "4" THEN PRINT "Prueba en blanco": GOTO 10000
1200 IF K$ = "5" THEN RUN
1210 IF K$ = "6" THEN PRINT "Ajustar Voltajes": GOTO 6000
1220 IF K$ = CHR$(27) THEN PRINT "Salir": GOTO 10000
1230 GOTO 1150

2000 REM*** Lectura de EPROM para fichero
2010 PRINT: PRINT "Insertar EPROM a leer, pulse una tecla [ESC para Abortar]"
2020 K$ = INKEY$: IF K$ = "" THEN GOTO 2020
2030 IF K$ = CHR$(27) THEN GOTO 2020
2040 PRINT
2050 INPUT "Nombre de fichero de salida"; FILE$
2060 OPEN FILE$ FOR OUTPUT AS #2
2070 PRINT
2080 PRINT #2, TYPENAME$
2090 S$ = "40": GOSUB 8000
2100 TIME = TIMER + 0.25
2110 IF TIMER < TIME THEN GOTO 2110
2120 FOR ADDR = 0 TO (MAXADDR - 15) STEP 16
2130 IF INKEY$ = CHR$(27) THEN BEEP: PRINT: PRINT "ABOR TEDI": GOTO 2260
2140 ADDR$ = HEX$(ADDR)
2150 IF LEN(ADDR$) < 4 THEN ADDR$ = "0" + ADDR$: GOTO 2150
2160 PRINT #2, ADDR$, TAB(9);
2170 FOR COUNT% = 0 TO 15
2180 S$ = "70": GOSUB 8000: GOSUB 7000
2190 PRINT #2, F$, " ";
2200 S$ = "50": GOSUB 8000
2210 LOCATE CSRLIN, 1
2220 PRINT "Leyendo situación"; ADDR + COUNT%; " of "; MAXADDR;
2230 GOTO 1000

3000 REM*** Programar EPROM desde fichero
3010 PRINT
3020 PRINT "Insertar EPROM a programar, pulsar una tecla [ESC para Abortar]"
3030 K$ = INKEY$: IF K$ = "" THEN GOTO 3030
3040 IF K$ = CHR$(27) THEN GOTO 1000
3050 PRINT
3060 INPUT "Nombre de fichero de entrada"; FILE$
3070 OPEN FILE$ FOR INPUT AS #2
3080 LINE INPUT #2, DAT$
3090 IF DAT$ <> TYPENAME$ THEN BEEP: PRINT "FILE DOES NOT MATCH EPROM TYPE": GOTO 3340
3100 S$ = "3" + HEX$(STATUS%): GOSUB 8000
3110 S$ = "40": GOSUB 8000
3120 TIME = TIMER + 0.25
3130 IF TIMER < TIME THEN GOTO 3130
3140 PRINT
3150 FOR ADDR = 0 TO (MAXADDR - 15) STEP 16
3160 IF INKEY$ = CHR$(27) THEN BEEP: PRINT: PRINT "PTIN ABORTEDI": GOTO 3340
3170 LINE INPUT #2, DAT$
3180 DAT = VAL("&h" + LEFT$(DAT$, 4))
3190 IF DAT < 0 THEN DAT = DAT + 65536
3200 IF DAT <> ADDR THEN BEEP: PRINT: PRINT "FILE ADDRESS ERROR": GOTO 3340
3210 FOR COUNT% = 0 TO 15
3220 LOCATE CSRLIN, 1
3230 PRINT "Posición de Programación"; ADDR + COUNT%; " of "; MAXADDR;
3240 S$ = "0" + MID$(DAT$, 10 + COUNT% * 3, 1): GOSUB 8000
3250 S$ = "1" + MID$(DAT$, 9 + COUNT% * 3, 1): GOSUB 8000
3260 S$ = "60": GOSUB 8000
3270 IF PAUSE% = 0 THEN GOTO 3300
3280 TIME = TIMER + 0.1
3290 IF TIMER < TIME THEN GOTO 3290
3300 S$ = "50": GOSUB 8000
3310 NEXT
3320 NEXT
3330 PRINT
3340 S$ = "3" + HEX$(STATUS%+1): GOSUB 8000
3350 S$ = "40": GOSUB 8000: S$ = "80": GOSUB 8000
3360 CLOSE #2
3370 PRINT: PRINT "Pulsar una tecla para continuar...";
3380 IF INKEY$ = "" THEN GOTO 3380

```

```

3390 GOTO 1000
4000 REM***Verificar EPROM desde fichero
4010 PRINT: PRINT "Insertar EPROM a Verificar, pulsar una tecla (ESC para Abortar)"
4020 K$=INKEY$: IF K$="" THEN GOTO 4020
4030 IF K$= CHR$(27) THEN GOTO 1000
4040 PRINT: INPUT "Nombre del fichero de entrada": FILE$
4050 OPEN FILE$ FOR INPUT AS # 2
4060 PRINT
4070 LINE INPUT # 2, DAT$
4080 IF DAT$ <> TYPENAME$ THEN BEEP: PRINT "FILE DOES NOT MATCH EPROM TYPE": GOTO
4300
4090 S$="40": GOSUB 8000
4100 TIME = TIMER +0.25
4110 IF TIMER <TIME THEN GOTO 4110
4120 FAIL=0
4130 FOR ADDR=0 TO (MAXADDR - 15) STEP 16
4140 IF INKEY$= CHR$(27) THEN BEEP: PRINT:PRINT "ABORTADO!": GOTO 4300
4150 LINE INPUT #2,DAT$
4160 DAT=VAL("&h"&LEFT$(DAT$,4))
4170 IF DAT<0 THEN DAT=DAT+65536
4180 IF DAT<>ADDR THEN BEEP:PRINT:PRINT "ERROR DE DIRECCION": GOTO 4300
4190 FOR COUNT%=0 TO 15
4200 LOCATE CSRLIN, 1
4210 PRINT "Verificando situación"; ADDR + COUNT%; "of"; MAXADDR;
4220 S$="70":GOSUB 8000:GOSUB 7000
4230 IF F$<>(MID$(DAT$,9 = COUNT% *3,2)) THEN FAIL = FAIL + 1
4240 S$ = "50": GOSUB 8000
4250 NEXT
4260 NEXT
4270 PRINT:IMPRESIR
4280 IF FAIL = 0 THEN PRINT "Verificación Ok"
4290 IF FAIL<> 0 THEN BEEP: PRINT "Falla Verificación"; FAIL; "Situación"
4300 S$= "40":GOSUB 8000:S$= "80":GOSUB 8000
4310 CLOSE#2:PRINT:PRINT "Pulse una tecla para continuar...";
4320 IF INKEY$="" THEN GOTO 4320
4330 GOTO 1000

5000 REM***Comprobación de EPROM borrada
5010 PRINT: PRINT "Insertar EPROM a comprobar, pulse una tecla (ESC para Abortar)"
5020 K$= INKEY$:IF K$="" THEN GOTO 5020
5030 IF K$= CHR$(27) THEN GOTO 1000
5040 PRINT
5050 S$="40":GOSUB 8000
5060 TIME=TIMER = 0.25
5070 IF TIMER<TIME THEN GOTO 5070
5080 FAIL = 0
5090 FOR ADDR = 0 TO MAXADDR
5100 LOCATE CSRLIN, 1
5110 PRINT "Comprobando situación";ADDR;"of";MAXADDR;
5120 S$= "70": GOSUB 8000
5130 GOSUB 7000
5140 IF F$<>"FF" THEN FAIL = FAIL + 1

5150 S$= "50":GOSUB 8000
5160 IF INKEY$= CHR$(27) THEN BEEP: PRINT: PRINT "ABORTADO!": GOTO 5210
5170 NEXT
5180 PRINT:IMPRESIR
5190 IF FAIL = 0 THEN PRINT "EPROM en blanco"
5200 IF FAIL<> 0 THEN BEEP: PRINT: "EPROM NO BORRADA - Failed on";FALLO; "Situación"
5210 S$="40": GOSUB 8000:S$="80": GOSUB 8000
5220 PRINT: PRINT "Pulsar una tecla para continuar...";
5230 IF INKEY$="" THEN GOTO 5230
5240 GOTO 1000

6000 REM***Ajuste de tensiones de programación
6010 PRINT:PRINT "compruebe que el zócalo está vacío, pulse una tecla (ESC para Abortar)"
6020 K$=INKEY$: IF K$="" THEN GOTO 6020
6030 IF K$= CHR$(27) THEN GOTO 1000
6040 PRINT
6050 S$="20":GOSUB 8000: S$="30":GOSUB 8000
6060 PRINT "Conectar tester entre pin 28 (+Ve) y 14 (-Ve) del zócalo"
6070 PRINT "Ajustar RV1 para una lectura de 6,1V (±0,1V), pulse una tecla..."
6080 IF INKEY$="" THEN GOTO 6080
6090 PRINT
6100 S$= "21": GOSUB 8000:S$= "34":GOSUB 8000
6110 PRINT "Conectar tester entre pin 1(+Ve) y 14 (-Ve) del zócalo"
6120 PRINT "Ajustar RV2 para una lectura de 12,6V (±0,1V), pulse una tecla..."
6130 IF INKEY$="" THEN GOTO 6130
6140 S$= "30":GOSUB 8000
6150 PRINT "Ajustar RV3 para una lectura de 25V (±0.25V), pulse una tecla..."
6160 IF INKEY$="" THEN GOTO 6190
6200 S$= TYPECODE$:GOSUB 8000:S$="3"+HEX$(STATUS% +1): GOSUB 8000
6210 S$="80":GOSUB 8000
6200 GOTO 1000

7000 REM***Enviar byte del programador
7010 TIMEOUT=TIMER + 0.1
7020 IF OF(1) AND TIMER<TIMEOUT THEN GOTO 7020
7030 IF TIMER>=TIMEOUT THEN F$***:RETURN
7040 F$=HEX$(ASC(INPUT$(1,#1)))
7050 IF LEN(F$)<2 THEN F$= "0" + F$
7060 RETURN

8000 REM***Enviar byte al programador
8010 PRINT#1,CHR$(VAL("&h" + S$));
8020 RETURN

9000 REM***Mensaje de error de comunicación
9010 PRINT ".ERROR DE COMUNICACION CON EL PROGRAMADOR"
9020 BEEP
9030 GOTO 10000

10000 REM***Final del Programa
10010 CLOSE
10020 PRINT:IMPRESIR
10030 SYSTEM

```

## GANADORES DEL SORTEO DE LA ENCUESTA ELEKTOR VERANO 93

Los cinco ganadores de la ENCUESTA ELEKTOR 93 agraciados con las agendas SHARP modelo IQ7100, que recibirán en su domicilio próximamente, son:

- Javier Esteban Alba (Segovia)
- Pablo Sendarrubias Sánchez (Ciudad Real)
- Juan Antonio Garriga Castillo (Lérida)
- Laureano González Benedicto (Barcelona)
- Julián Jaime Valero (Ciudad Real)

Damos la enhorabuena a los ganadores y las gracias a todos aquellos que han participado en dicha encuesta. Agradecemos igualmente todas las sugerencias recibidas.



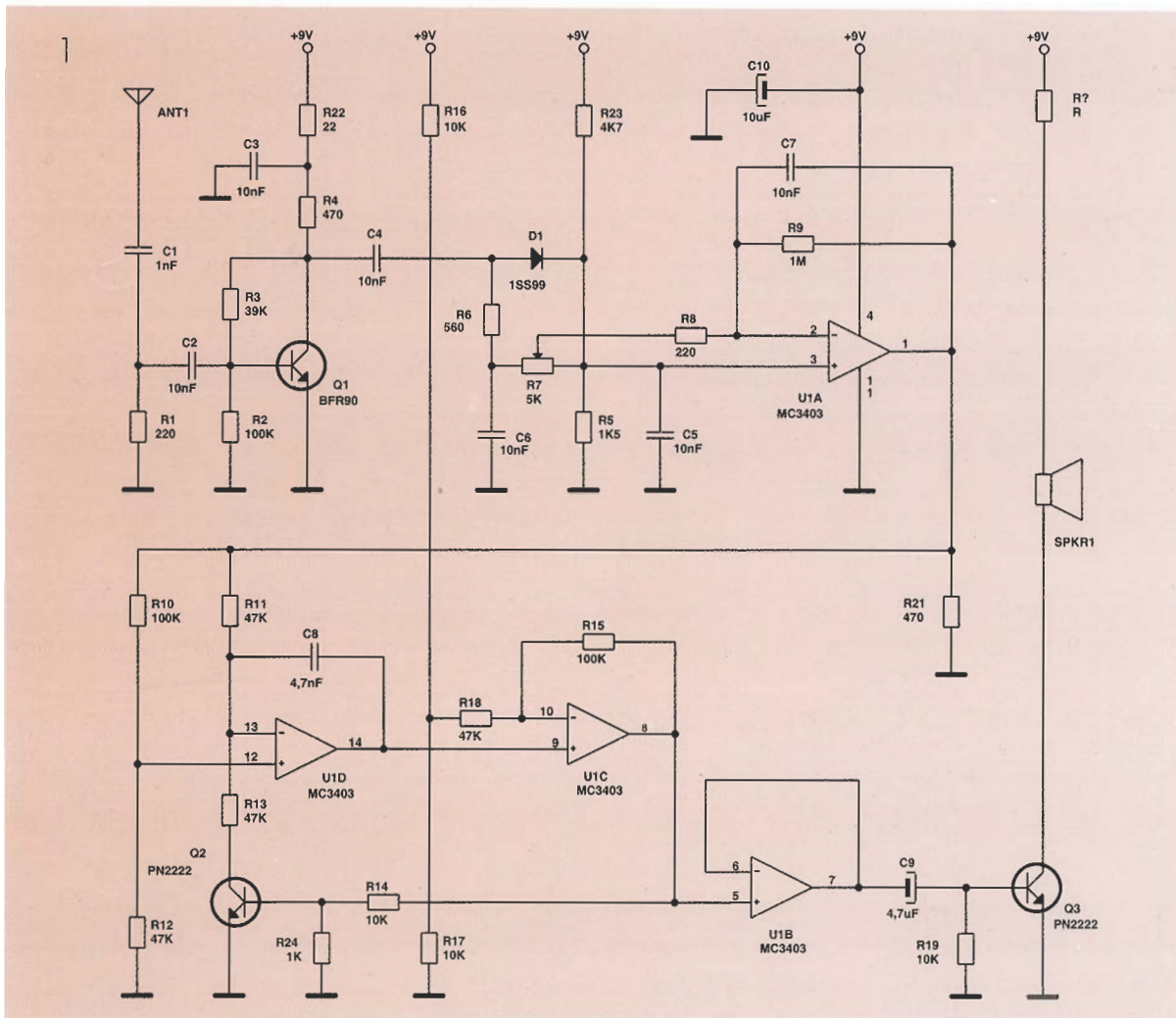
# d

## etectector de micrófonos espías

**Este circuito, simple y fácil de montar, puede ayudarnos de una forma efectiva a buscar y eliminar los dispositivos electrónicos de espionaje.**

Mucha información e ideas valiosas se pierden desde negocios y hogares mediante el espionaje electrónico. En el mundo de los negocios, el espionaje industrial es debido, sobre todo, a que quien consiga ser el primero en poner un producto en el mercado, es probable que logre unas ganancias substanciales, mientras los otros competidores tratan de sacar su producto. En el aspecto doméstico, con tanta gente autoempleada y llevando su propio negocio desde su casa-oficina, el empresario puede ser presa fácil para los que buscan

ganar dinero prontamente con el trabajo de otros. ¿Piensa el lector que el espionaje doméstico es una empresa poco rentable?... ¡Reflexione más ampliamente! Debemos considerar que muchos de los programas de aplicaciones y videojuegos que tenemos funcionando en nuestro ordenador particular, son escritos por aficionados y forofos, y no por algún científico o experto en ordenadores que trabaje para una gran empresa que destine enormes sumas de dinero para gastar en la seguridad. ¿Y cuántos problemas de la empresa no se han discutido



1.- El Detector de micrófonos está construido alrededor de U1 (un MC3403P cuádruple amplificador operacional), tres transistores (Q1-Q3) y unos pocos componentes pasivos.

#### Lista de Componentes

**Semiconductores**  
U1= MC3403P cuádruple amplificador operacional, Q1= transistor BFR90 o MFR901 Q2, Q3= transistor PN2222, D1= Diodo 1SS99, ECG-112

**Resistencias**  
R1, R8= 220  $\Omega$   
R2, R10, R15= 100 K $\Omega$   
R3= 39 K $\Omega$   
R4, R21= 470  $\Omega$   
R5= 1 K $\Omega$   
R6= 560  $\Omega$   
R7= 5 K $\Omega$   
**Potenciómetro**  
R9= 1 M $\Omega$   
R11-R13, R18= 47 K $\Omega$   
R14, R16, R17, R19= 10 K $\Omega$   
R20= 100  $\Omega$   
R22= 22  $\Omega$   
R23= 4 K $\Omega$   
R24= 1 K $\Omega$

**Condensadores**  
C1= 1 nF, cerámico disco  
C2-C7= 10 nF, cerámico disco

abiertamente en las cercanías del hogar?; pero ¿qué puede hacer el pequeño empresario o el individuo privado cuando los dispositivos de antiespionaje comercialmente disponibles pueden llegar a costar cientos de miles de pesetas? Aquí es donde el Detector de micrófonos descrito en este artículo entra en función. El Detector de micrófonos es un circuito simple que nos permite hacer un barrido para detectar dispositivos electrónicos de espionaje. El circuito no contiene componentes raros, y muchos de estos elementos son tan comunes que podremos encontrarlos en nuestro pequeño almacén.

que se quiere controlar, son muy pequeños, quizá tan minúsculos como un sello de correos. Estos transistores emiten una señal de RF que puede recibirse desde distancias de 1,5 Km o más lejos, dependiendo de la sensibilidad del receptor. El receptor es, obviamente, usado para sintonizar las señales de RF, permitiendo al buscavidas controlar cualquier conversación que tenga lugar dentro de la sala cubierta. Debido a que la mayoría de los transmisores electrónicos son fuentes de RF, puede usarse casi cualquier receptor de banda ancha como un detector de transmisores. Nuestro detector de espías es, esencialmente, un receptor de banda ancha altamente sensible. Cuando detecta una señal de RF que esté en la gama de 1 a 2.000 MHz genera una salida de audio. La frecuencia de la salida de audio pasa de un murmullo bajo, para una señal débil, a un ruido estridente de alta frecuencia según se incrementa la potencia de la señal. En otras palabras, cuanto más nos acerquemos al circuito espía mayor será el sonido que obtenemos en la salida de audio. Esto nos

algunos antecedentes

Los espías electrónicos, transmisores de radiofrecuencia (RF), que se ponen en secreto en una habitación



C8= 4,7 nF,  
cerámico disco  
C9= 4,7  $\mu$ F, 16  
V, electrolítico  
radial  
C10= 10  $\mu$ F, 16  
V electrolítico  
axial

#### Varios

S1= Interruptor  
SPST B1= batería  
9 V, ANT1=  
antena  
telescópica  
SPKR1= Altavoz  
8  $\Omega$ , 0,2 W, 2  
1/4 pulgadas,  
Caja, conector,  
portapilas.  
zócalo  
(opcional), cable,  
etc.

permite barrer un área con el Detector para determinar la ubicación del dispositivo transmisor.

Un aspecto importante del detector de micrófonos electrónicos es su etapa de ganancia de RF, se centra alrededor de un transistor de microondas de alta ganancia, que mejora mucho la sensibilidad. Incrementando la longitud de antena, y colocando el control de sensibilidad a su nivel máximo, las señales sumamente débiles se pueden localizar fácilmente. Por otra parte, reduciendo la longitud de la antena y bajando el ajuste de sensibilidad también se pueden captar las señales fuertes. El circuito consume muy poca corriente, de modo que si la alimentamos con una pila de 9 V tendremos un largo periodo de funcionamiento.

## d

### escripción del Circuito

La figura 1 muestra el esquema eléctrico del Detector de micrófonos. El circuito se construyó alrededor de un único circuito integrado (U1, un MC3403P cuádruple amplificador operacional), tres transistores (Q1-Q3) y unos pocos componentes pasivos, también recibe su entrada desde la antena (ANT1). Esta señal se alimenta mediante un filtro pasa altos, formado por C1, C2 y R1, que elimina el molesto zumbido de 50 Hz captado desde cualquier línea de alimentación cercana o de cables ubicados en los alrededores de edificios y hogares. Desde el filtro pasa altos, la señal se aplica al transistor Q1 para su amplificación (que proporciona una ganancia de 10-dB para frecuencias en la gama de 1 a 2.000 MHz). Las resistencias R2, R3, y R4 forman la red de polarización para Q1. La señal amplificada se acopla entonces en corriente alterna, por medio del condensador C4 y el cursor de la resistencia R7 (el control de sensibilidad), a la entrada inversora (patilla 2) de U1-a. El operacional U1-a se configura como un amplificador de ganancia muy alta. Sin señal de entrada desde ANT1, la salida de U1-a en la patilla 1 está cerca del potencial de masa.

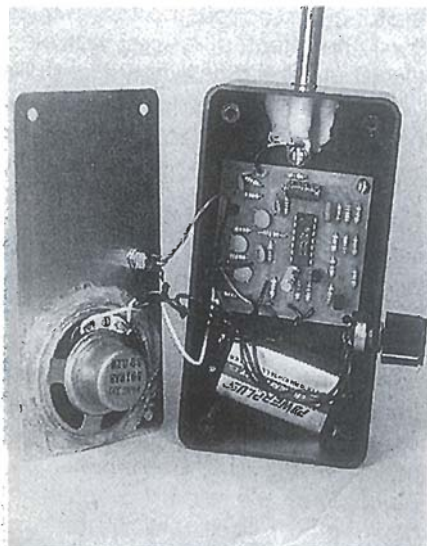
Cuando una señal procedente de la antena se aplica a la base de Q1, pasa al estado de conducción, produciendo una tensión negativa en el cátodo de D1. Esa tensión se aplica a la patilla 2 de U1-a, que amplifica e invierte la señal, produciendo una salida de tensión positiva en la patilla 1. Los operacionales U1-b y U1-c, conjuntamente con C8, R10-R18 y Q2, se colocan para formar un oscilador controlado por tensión (VCO) que trabaja sobre la gama de audio frecuencia. Como la salida de U1-a se incrementa, la frecuencia del VCO aumenta. La salida del VCO, en la patilla 8 de U1-c, se aplica a la entrada de U1-d, que está configurado como un amplificador no inversor de ganancia unidad. La salida de U1-d se usa para alimentar Q3, que, a la vez, alimenta al altavoz de salida.

## m

### ontaje

El Detector de micrófonos se montó sobre una placa de circuito impreso prediseñada y taladrada, que está disponible a través del servicio EPS de ELEKTOR. Pero, para quienes quieran construir por sí mismos su propia placa, en el próximo número de Elektor incluiremos el diseño del circuito impreso. El circuito se pensó para poderlo alojar en cualquier caja de plástico que sea suficientemente grande como para contener el circuito impreso, su pila o batería de 9 V, un altavoz pequeño, el potenciómetro R7 y, por supuesto, el interruptor S1. Una vez que hayamos construido u obtenido la placa, y todos los componentes que aparecen en la lista de componentes, el montaje puede comenzar. Empezaremos instalando los componentes pasivos sobre la placa, guiados por la Figura 2. Después de que los componentes pasivos se han instalado y verificado para la colocación y la orientación, montamos los semiconductores. El uso de un zócalo de circuito integrado para U1 es optativo; sin embargo, si decidimos no usar un zócalo para U1, debemos tener cuidado de no recalentar los terminales del circuito. Podemos observar que el transistor Q1, así como también las resistencias R3 y R24 (que se muestran como líneas punteadas en la Figura 3), deben instalarse sobre el lado de cobre de la placa. Como Q1 es un transistor de microondas, debe ponerse un cuidado especial cuando se instala, y sus terminales se deben mantener tan cortos como sea posible. Después de esto, montamos un

La antena y el  
altavoz se  
sujetan en la  
caja con un  
poco de  
silicona.



conector para pila de 9 V y los componentes que nos queden fuera de la placa.

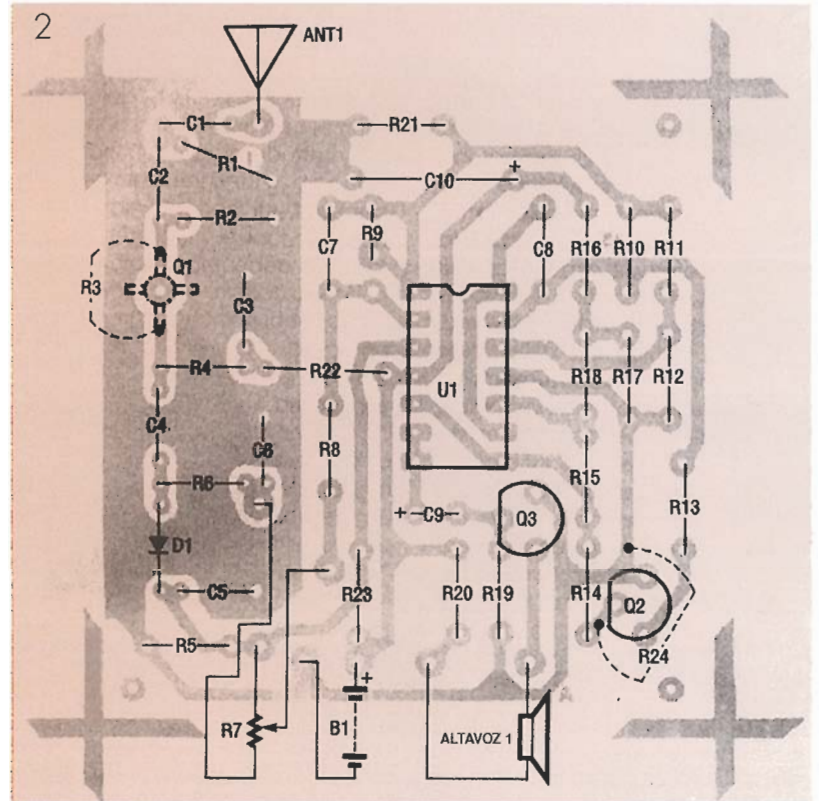
## Verificación del Circuito

Verificaremos varias veces el trabajo para buscar errores comunes de montaje, componentes mal orientados, puentes de soldadura, componentes sin colocar, etc., particularmente en las partes donde se asientan los transistores y el diodo. Nos aseguraremos de que hemos instalado las resistencias en los lugares apropiadas. Una vez que nos hayamos cerciorado de que todo está bien, conectamos una pila de 9 voltios y aplicamos la alimentación. Deberíamos ser capaces de ajustar R7 para hacer que el altavoz emita un sonido similar a una sirena. Rotando R7 en sentido antihorario, debemos procurar que el sonido aumente o disminuya, y volviéndolo totalmente en sentido antihorario debería anularse el sonido.

Cuando usemos el equipo para detectar un transmisor, colocaremos la sensibilidad suficientemente baja como para evitar que la interfieran señales desde estaciones cercanas de TV y radio. Al principio, pueden llevarnos algún tiempo las primeras pruebas, pero deberíamos llegar a familiarizarnos rápidamente con el aparato. Cuando conseguimos acercarnos al transmisor real dentro del espacio de unos 30 cm, no hay lugar a equivocaciones con otra señal y la sirena de aviso pasará a su frecuencia más alta. Si tenemos problemas con señales de TV y radio, intentaremos ajustar la antena a una longitud más corta y entonces colocaremos el control de sensibilidad en su mayor nivel, para así compensar la reducción en la longitud de antena. El Detector de micrófonos captará también otras fuentes de RF: los hornos de microondas, ordenadores, etc., pero estos aparatos no deberían ocasionar ningún problema. Lo que estamos buscando es la planta o la lámpara que se ha convertido repentinamente en un emisor de RF.

## Seguimiento de averías

En caso de que surjan problemas, lo primero que hemos de comprobar es que la pila está conecta-



da adecuadamente y que se encuentra en buenas condiciones de funcionamiento. Si la fuente de alimentación y sus conexiones son correctas podemos verificar el circuito usando una fuente de RF, como un teléfono sin cables, un generador de señales o un micrófono inalámbrico de FM. Antes de colocar la fuente de RF cerca de la entrada de antena del Detector de micrófonos, conectamos un voltímetro de DC desde el cátodo del diodo D1 a masa. Según vayamos acercando la fuente de RF a la antena, la medida debería leer una tensión cada vez más y más positiva.

También debemos asegurarnos de que el cable conector de antena no está cortocircuitado a masa (está más bien cerca de la conexión de masa de circuito). Asimismo, nos cercioraremos de que ninguno de los terminales de los componentes queda demasiado largo, ya que los terminales largos también pueden causar problemas de cortocircuitos.

Después de conseguir que funcione el Detector de micrófonos, podemos quedar tranquilos y estar seguros de que el frente se halla libre de dispositivos de espionaje. Y cuando exista la sospecha de que quizás alguien esté invadiendo nuestra intimidad, nos encontraremos listos para detectar y destruir el dispositivo empleado.

2.-  
**Montaremos el circuito impreso utilizando el diagrama de distribución de componentes mostrado en la figura. Debemos observar que el transistor Q1, las resistencias R3 y R24 (que aparecen con líneas punteadas) se deben montar en la cara de cobre del circuito.**



# Servocontrolador de 8 canales

**Un controlador de servos para regular directamente hasta ocho canales y expandir dicho control hasta un total de 256 servos, utilizables en robótica, animación y otras aplicaciones.**

Los servos económicos, como los usados en radio-contrôles para aviones, barcos, etc., son adecuados para su empleo en robótica aficionada, diseño de efectos especiales, animación y uso en aplicaciones de control hidráulico y neumático. En este artículo ofrecemos la información para acometer un proyecto que sirve como nexo de unión entre el puerto serie de un ordenador o microcontrolador y hasta ocho servos. El sistema básico provee ocho canales de

control pero, si éstos no son suficientes para nuestras necesidades, podemos encadenar hasta 32 controladores y manejar así un total de 256 servos.

*a* cerca del Circuito

El controlador de servo acepta datos serie RS-232, en formato de cinco bytes, y proporciona a

su salida una señal modulada en anchura de pulso (PWM), apta para controlar ocho servos. Dado que los servos retendrán las últimas posiciones mandadas hasta que lleguen datos nuevos, el ordenador que se conecte a la línea RS-232 puede atender otras tareas mientras coordina los movimientos de los servos.

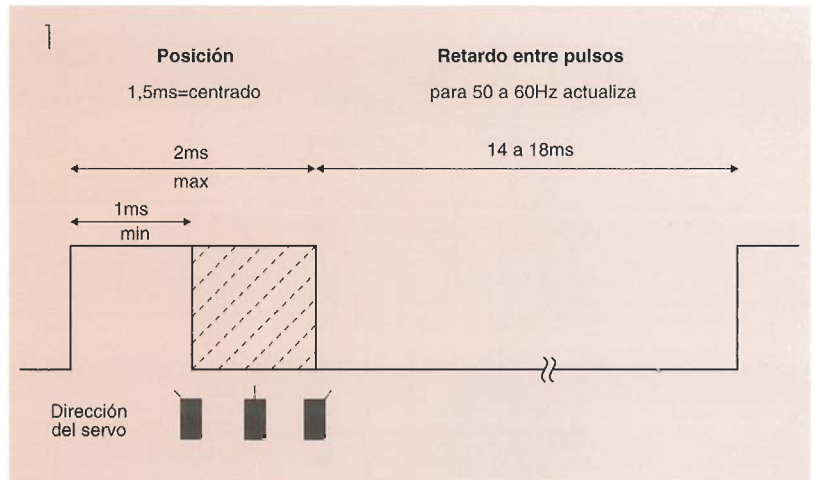
Asimismo, hemos procurado que el controlador sea capaz de controlar los servos mediante movimientos relativamente finos. Un servo típico tiene 90° de gama de movimiento, lo que es proporcional a una variación del ancho de pulso de 1 ms (véase la Figura 1). Los ocho bits de entrada proveen 256 posiciones posibles, con una resolución teórica de  $90 / 256 = 0,35^\circ$ . En realidad, el controlador de servo divide 1 ms en 250 partes, con 4  $\mu$ s duración por parte y una resolución de 0,36°C.

Nuestro otro propósito era que el controlador fuera capaz de recibir datos en cualquier tiempo, sin ningún protocolo. Para cumplir ambos requerimientos (resolución alta y comunicación rápida), dividimos las tareas entre dos PIC 16C55 (microcontroladores).

Refiriéndonos a la Figura 2, el PIC IC3 recibe los datos serie, los verifica para asegurar la sincronización y el direccionamiento de esta placa (ya que más de una placa puede compartir una línea serie única) y los pasa al PIC IC4 como dirección del servo (0 a 7), una posición (0 a 255) y una validación de datos (DV).

El PIC IC4 proporciona ocho pulsos PWM de control, basándose en los datos recibidos desde IC3. Durante el intervalo entre pulsos, IC4 verifica los datos provenientes de IC3 y los registra en posiciones secuenciales RAM. Esto cubre las funciones básicas del servo controlador, lo cual deja el trabajo "duro" para IC1 e IC2 y los componentes pasivos asociados.

El regulador de tensión IC5 provee 100 mA a 5



voltios CC. Requiere una entrada de aproximadamente 7,5 a 12 voltios. Los condensadores C1 y C2 filtran los rizados de tensión, absorben los transitorios y evitan que IC1 oscile.

El cuádruple receptor de línea IC2 convierte las señales de entrada serie RS-232 desde su gama de -3 a +12 voltios (representando un valor binario = 1) y +3 a +12 voltios (valor binario = 0) a niveles de lógica (nominal +5 y 0 voltios para 1 y 0). Los resonadores cerámicos CR1 y CR2 controlan las frecuencias de reloj de IC3 e IC4. En este circuito, CR2 debe ser de 4 MHz, y podemos variar el valor de CR1 para cambiar la velocidad de recepción serie, tal como se indica en la Tabla 1. Finalmente, las resistencias R1 a R8 no tienen un propósito claro en un servo controlador correctamente conectado, hasta que accidentalmente provoquemos un cortocircuito en una de las líneas de salida o los +5 voltios. Cuando esto ocurre, las citadas resistencias limitan la cantidad de corriente suministrada por las salidas de IC4 a unos 23 mA (5 voltios / 220 ohmios).

Para desarrollar el "firmware" («conjunto de programas almacenados en la ROM») de este proyecto utilizamos un «assembler» suministrado a petición de los lectores. El conjunto de instrucciones del PIC es más bien complicado. El lenguaje emplea también instrucciones estándar compatibles con el Intel 8051. Como quiera que el «assembler» traduce estas instrucciones en código de máquina PIC, no se observa pérdida de velocidad.

Veamos los datos que el servocontrolador espera recibir desde el ordenador manejado. Cinco bytes constituyen un paquete de datos. Si cualquier parte de dicho paquete es incorrecta o extraña, la transmisión entera se ignorará. Este aspecto permi-

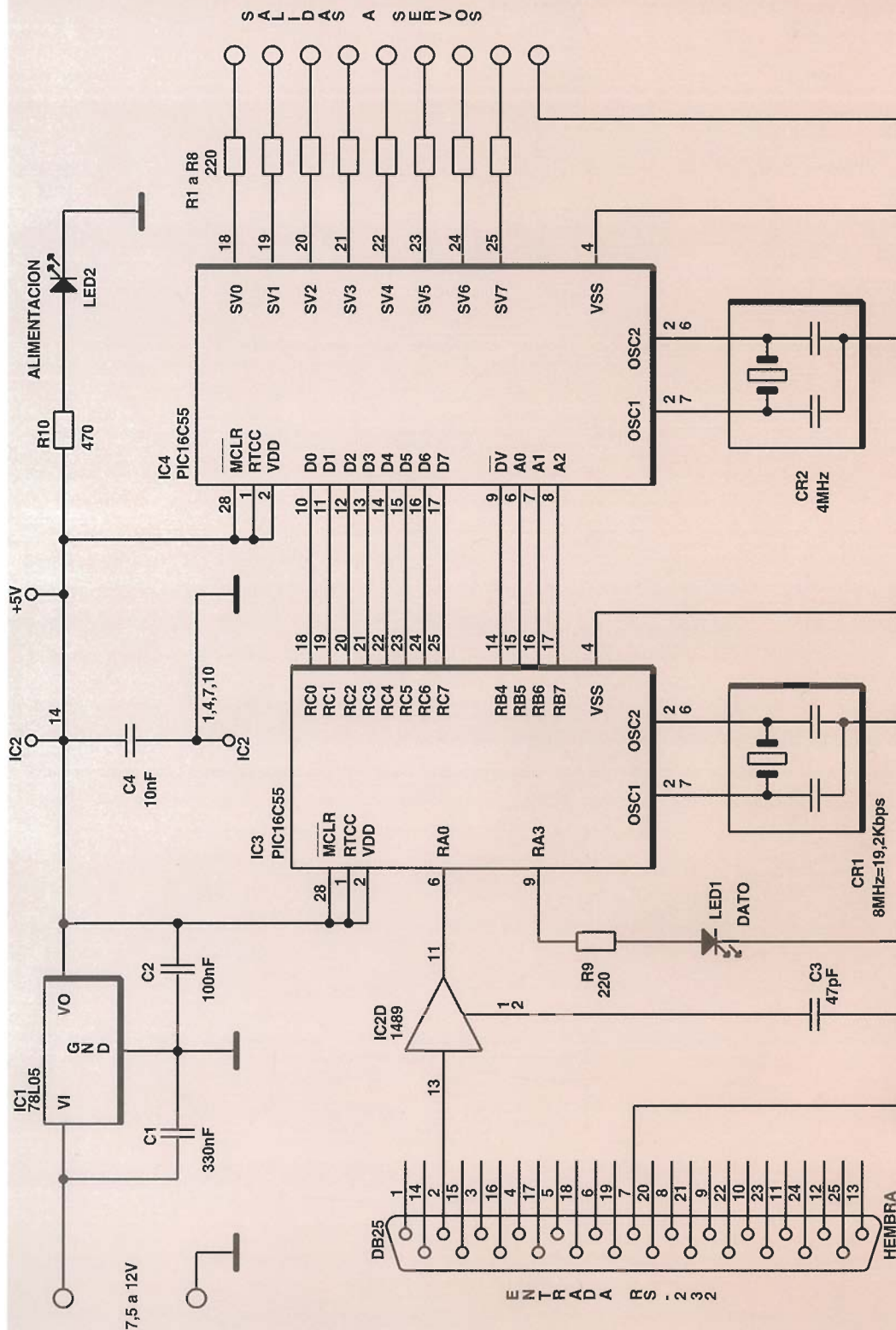
*1.- Un servo típico tiene una gama de movimiento de 90°, proporcional a una variación de 1 ms en el ancho de pulso de la señal de control.*

**Tabla 1. Gama de datos serie**

Valor de CR1	Régimen de bits serie
8 MHz	19,200 bps
4 MHz	9,600 bps
2 MHz	4,800 bps

\*Bits por segundo





te a diferentes tarjetas controladoras compartir la misma línea serie sin problemas. Un "paquete" de datos consta de los bytes mostrados en la Tabla 2.

El octeto (o byte) primero del paquete es el marcador de sincronismo. Este octeto es siempre FFh (255 decimal). El marcador informa a IC3 de que un paquete nuevo está en camino. Al sincronizar IC3 de este modo, prevenimos la entrega de datos erróneos al servocontrolador, en caso de un problema de comunicación o la eventualidad de activar el controlador cuando la transmisión serie desde el ordenador está ya en curso.

El segundo octeto contiene dos direcciones: una de tres bits para el servo (0 a 7) y otra de cinco bits (0 a 31) para la placa. La dirección de placa se almacena en la ROM IC3. Se ignora cualquier transmisión cuya dirección no coincida; si las direcciones coinciden, IC3 pasará la misma a IC4.

El tercer octeto (datos 1) lo constituyen los datos de posición del servo. Un valor de 0 h corresponde a un ángulo de 0° en el servo direccionado, y FAh corresponde a 90°. El controlador acepta valores por encima de FAh, de hasta FFh, pero éstos producirán anchuras de pulso ligeramente superiores a los 2 ms máximos. En la práctica, la mayor parte de los servos aceptan pulsos que sean ligeramente más amplios o más estrechos que las nominales de 1 a 2 ms de anchura. Por lo tanto, esto no crea ningún problema.

**Tabla 2. Estructura de datos para el Controlador de Servo**

Marcador de sincronismo	Dirección (placa del servo)	Dato 1	Dato 2	Dato 3
FFh (siempre)	SSSB BBB	0h a FFh	0h (véase el texto)	0h (véase el texto)

Los cuartos y los quintos bytes se reservan para un uso futuro. Si la placa direccionada es un servocontrolador, estos bytes deben ser 0 h; de lo contrario, la dirección y los datos de los dos bytes precedentes se ignorarán.

A pesar de los datos manejados, la actualización se realiza de forma bastante rápida. Una transmisión entera de datos (a 19.200 bps) lleva tan solo 2,6 ms, y es actualizada 384 veces por segundo. Con una única placa podríamos actualizar todos

**Listado 1. Listado parcial del código máquina para el receptor serie (IC3)**

```

*****
*****
;Este listado está en formato ensamblador.

Seriel_in      =   ra.0
data           =   rc
servo_select   =   rb
DV             =   rb.4
data_LED       =   ra.3
my_id_number=   0   ;board
identification number.

;declare variables
delay_cntr     =   08h ;counter for serial
delay routines
bit_cntr       =   09h ;number of received
bits
addresses      =   0Ah ;servo and board
address bits
rcv_byte       =   0Bh ;the received byte temp = 0Ch ;
reusable temporary
storage
servo_temp     =   0Dh ;stores current
servo address
data_temp      =   0Eh ;stores current
data

; org 0 sets ROM origin to beginning for program
org 0

; Device data and reset vector
device pic16c55,xt_off,protect_off
reset begin

begin mov      lra,#00000001b;Use ra.0 for
serial input.
mov           lrb, #0
mov           lrc, #0
:start clrb    data_LED
:start_bit     snb          Serial_in ;Look
for start bit.
jmp          :start_bit ;No start bit?
keep watching.
mov          bit_cntr, #8          ;Eight data
bits.
clr          rcv_byte ;Get ready for
new data.
call         start_delay ;Wait until
first data bit.

:receive      call          bit_delay ;Wait
for bit.
movb         c,Seriel_in          ;Put data bit
into carry.
rr           rcv_byte ;Rotate bit
into byte.
djnz bit_cntr,:receive ;Not full? Get next bit.
call         bit_delay ;Wait for stop bit...
cjne rcv_byte,#255,begin:start ;Detect sync character

; Se han omitido por brevedad las rutinas para obtener
direcciones y datos.

bit_delay     mov          delay_cntr,#32 ; 19,200baud at 8 MHz
:loop        djnz         delay_cntr,:loop
ret

start_delay   mov          delay_cntr,#14
:loop        djnz         delay_cntr,:loop
ret

```



## Servos y Servo Control

El término "servo" es una forma abreviada de "servomecanismo", y se refiere a muchos tipos de dispositivos electromecánicos y mecánicos que tienen un aspecto en común, el cual los hace "servos"; lo que supone alguna forma de regulación propia mediante la realimentación.

En el caso de los servos industriales y de aficionados, la realimentación es en forma de la información de posición. El eje de salida de los mismos se acopla a un potenciómetro cuya colocación es proporcional a la posición del eje de salida.

Es una materia bastante simple, electrónicamente hablando, comparar la posición de un potenciómetro con una señal que representa la posición comandada. La comparación puede ofrecer uno de estos tres resultados: la posición real aparece mayor, menor o igual que la posición ordenada. Una vez que el circuito tiene esta información todo lo que debe hacer es "mover" el motor hacia atrás o hacia delante hasta que las posiciones se igualen y entonces desconectarlo.

Como los servos buscan un equilibrio entre las posiciones reales y las realmente conseguidas, requieren muy poca atención por parte del controlador. Una vez que el controlador ha mandado una nueva posición, no tiene nada más que hacer. Los servos hacen todo lo que está a su alcance para obedecer el comando. Una vez que el servo alcanza la posición mandada, se resistirá a abandonarla. Si tratamos de forzar el eje de un servo activo, encontraremos una fuerza de resistencia sorprendente.

El diseño de servos es también un arte. El truco está en responder a una diferencia determinada entre la posición real y la mandada (conocido como "señal de error") con el movimiento suficiente que elimine dicho error. Si éste es excesivo, el mecanismo sobrepasará su posición de destino.

Aun cuando un servo "sobrepase" su posición buscada, la señal nueva de error generada por esta acción respaldará una nueva orden hacia la posición mandada. Ciertamente, esto podría conducirnos a un nuevo "sobrepaso" y a otra corrección. El proceso de ajuste de esta posición es conocido como "settling" o puesta a punto.

Para evitar que los servos estén continuamente oscilando de aquí para allá, entre posiciones que se encuentren ligeramente al lado de la posición mandada, los diseñadores especifican una "banda de resguardo" o "banda muerta". Se trata de una gama de valores libres de error que no ocasionarán movimiento del servo.

Muchos servos, por ejemplo, no responderán a un bit de cambio en la posición mandada desde un comando de 8 bits como el descrito en el artículo principal. Este bit de cambio suma unos 4 ms de diferencia en la anchura de pulso de entrada, ó  $0,36^\circ$  de cambio en la posición mandada.

En aplicaciones de radiocontrol, un cambio de 4  $\mu$ s en la señal es probablemente el resultado de ruido, más que una entrada de control. Entonces, ¿por qué se usan ocho bits de resolución? Si el cambio en la posición es lo suficientemente grande como para superar la banda de resguardo, el servo se colocará por lo general en una posición ligeramente distinta para una entrada de, por ejemplo, 200 para un valor de 199.

Saber cómo operan los servos tiene ventajas, aun cuando nunca planeemos construirnos uno. Con tales conocimientos, podemos modificar servos para adaptarlos a aplicaciones habituales con un menor "riesgo".

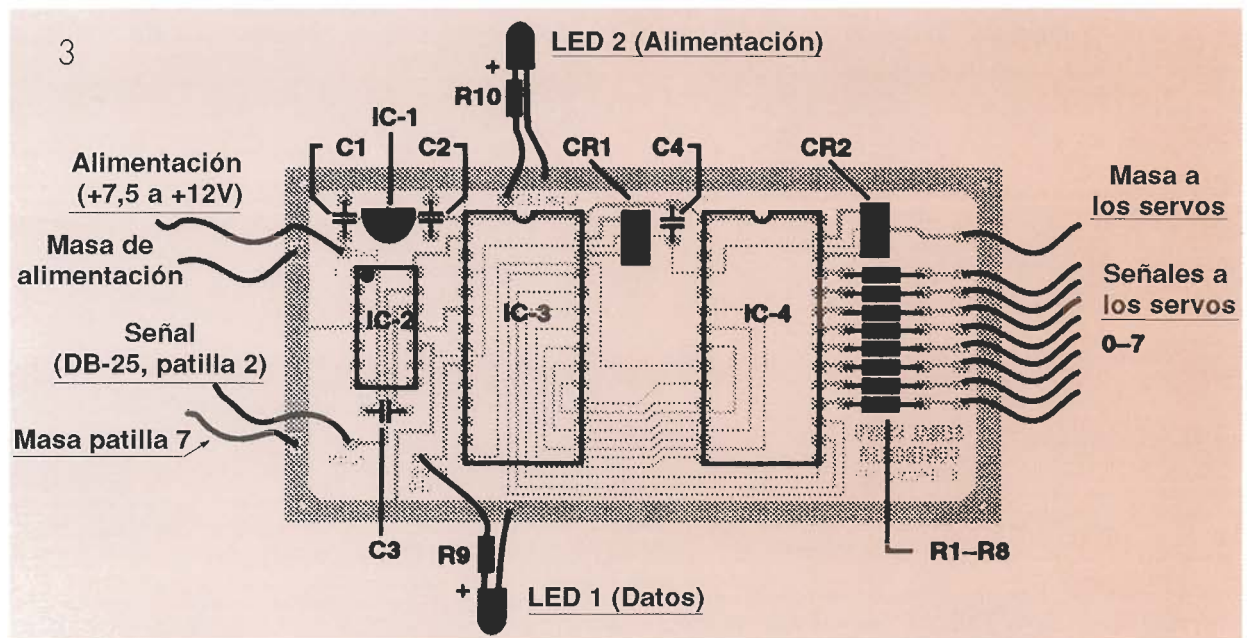
Si queremos controlar el sentido de un motor de CC, sólo lo tendremos que hacer con un servo electrónico, pero con el potenciómetro de realimentación no acoplada y colocado en su punto central.

Cuando enviamos una señal que representa una posición que es menor de la colocación del potenciómetro, el motor se moverá hacia atrás. Más allá de dicha posición el movimiento será hacia delante. Cuando el valor esté dentro de la banda de resguardo del potenciómetro, se ocasionará el paro del motor. Esto se utiliza en muchos coches de juguete controlados por R/C.

Podemos usar también otros potenciómetros en el circuito de realimentación de los servos. Por ejemplo, si queremos que el servo controle un movimiento de tipo lineal, podríamos acoplar su salida a un potenciómetro lineal de tipo deslizante. Otro enfoque podría estar en el control de una carga mediante un tornillo o una varilla, y usa un potenciómetro de tipo multivuelta. Las combinaciones de las posibles modificaciones mecánicas de realimentación y enlaces son casi interminables.







3.- Guía de  
conexión  
entre los  
servos y la  
placa de  
circuito  
impreso.

Una vez que los datos han pasado las pruebas de sincronización, dirección y validación, IC3 pone las direcciones de los datos y los servos en las líneas de salida a IC4. Como los datos y la dirección no pueden actualizarse simultáneamente (se toman dos instrucciones PIC para escribir en dos puertos separados), es importante asegurarse de que IC4 no lee ambas cosas en medio de una actualización. Si lo hace, asignará datos anteriores a una nueva dirección de servo, lo que puede ocasionar problemas en el sistema automatizado que esté siendo controlado.

Para indicar a IC4 cuándo puede leer los datos y las direcciones, agregamos un bit validador de datos (DV), el cual simplemente, antes de que IC3 escriba datos nuevos en la salida a los puertos, pone en alto DV, lo cual indica a IC4 que ignore las líneas de dirección y datos. Con DV a nivel alto, IC3 envía la dirección y los datos nuevos, espera un momento y entonces pone un valor lógico bajo en DV, lo cual indica a IC4 que las líneas de dirección y datos son ahora válidas.

El listado 1 es una versión abreviada del programa de IC3 que contiene sólo el código de inicialización y la primera rutina de recepción serie, encargada de verificar el byte de sincronismo. Las restantes rutinas son copias de las primeras, con ciertos pasos añadidos para verificar los bytes de datos y dirección.

El integrado IC4 genera las señales PWM para los ocho servos, basándose en los datos almacenados en IC3. Este integrado puede usarse inde-

pendientemente de IC3. Conectaremos IC4 como se muestra en el esquema, con CR2 y R1 a R8 pero sin los componentes restantes. Le colocaremos un regulador de +5 voltios en las patillas 1, 2 y 28, y la patilla 4 a masa. Después, ponemos los datos en las patillas 10 a 17 y la dirección del servo en las patillas 6, 7, 8, y nos aseguramos de mantener la patilla 9 a nivel bajo, por lo menos a 2,1 ms.

La programación hace trabajar a IC4 como un simple temporizador de 8 canales. Utilizamos el valor de 1 byte para cada canal y lo colocamos en la RAM. Cuando atiende a uno de sus canales, activa el bit de salida apropiado y simplemente espera 1 ms. Entonces, copia el valor apropiado de la RAM en una variable y realiza un lazo de conteo de 4 ms, el número de veces dictado por la variable. Cuando acaba, vuelve a desactivar el bit de salida apropiado.

Como ejemplo de lo anteriormente expuesto, señalaremos que si enviamos al servo 3 el valor 100, la anchura de pulso para este servo será  $1 \text{ ms} + (100 \mu\text{s} \times 4) = 1,4 \text{ ms}$ . El integrado atiende los ocho canales secuencialmente, con un intermedio de unos 20 ms entre canales y unas 4 ms de retardo final, lo que hace que el valor de actualización para los servos varíe entre 50 y 120 Hz, dependiendo de la temporización de los canales individuales.

Luego, IC4 verifica los datos de IC3 durante las 20 ms de intermedio entre canales y los 4 ms de retardo final. Esta es la razón de que IC3 deba

### Listado 3. Programa en QBASIC para el manejo del controlador de servo serie

```
*****
*****
DEFINT A-Z
Sync.byte = 255
Board.ID = 0
Pad = 0
OPEN "com1:19200, N,8,1,CD0,CS0,DS0,OP0"FOR
OUTPUT AS # 1 CLS
PRINT"          SERIAL SERVO CONTROLLER":
PRINT: PRINT REM **Line above contains 24 spaces before
text. **
PRINT "At the prompt, type in the servo number
(0 to 7)" PRINT "followed by a comma and a position value
(0 to 255)." PRINT "Press
<CNTL> - <Break> to end."

Again:
LOCATE 8,1
PRINT"
"
REM **Line above contains 44 spaces between quotes. This
serves to erase row 8.
** LOCATE 8, 1 INPUT "Servo,position>", Servo, Position
REM **Perform some basic error trapping on the input
**IF Servo>7 THEN Servo = 7
IF Servo < 0 THEN Servo = 0
IF Position>255 THEN Position = 255
IF Position < 0 THEN Position = 0
Servo = Servo * 32
PRINT #1, CHR$(Sync.byte); CHR$(Servo); CHR$(Position);
CHR$(Pad); CHR$(PAD); GOTO Again
CLOSE
```

mantener los datos válidos en sus salidas algo más de 2 ms, para así evitar lecturas erróneas de IC4, lo que puede ocurrir por encima de 1 a 2 ms. Afortunadamente, esto encaja exactamente con el diseño del controlador. A 19.200 bps, los nuevos datos llegan en 2,6 ms, por lo menos.

El listado 2 es una versión abreviada del programa para IC4. Como ocurría con el listado 1, consta de un único código de inicialización y de una rutina de temporización (para el canal de servo 0). Los restantes canales son esencialmente idénticos, a excepción de la dirección en que sus datos de posición se almacenan y el bit de salida que controlan. Los listados están disponibles en el servicio de atención al lector de esta revista.

do para IC4 puede ser o bien un modelo -XT o bien un -HS, pero CR2 debe ser siempre de 4 MHz para el correcto manejo de los servos.

Se fabricará la placa de circuito impreso siguiendo el diseño a tamaño real.

Cuando la placa esté lista, montamos los componentes, como muestra la Figura 3. Aunque no es necesario usar zócalos para los circuitos integrados, recomendamos su uso. Es también conveniente utilizar zócalos para los resonadores cerámicos; especialmente para CR1, que controla el valor del bit de gama serie. Para hacer una zócalo pequeño de tres patillas, utilizaremos una fila de pines prefabricados, rompiéndolos y extrayendo tres patillas.

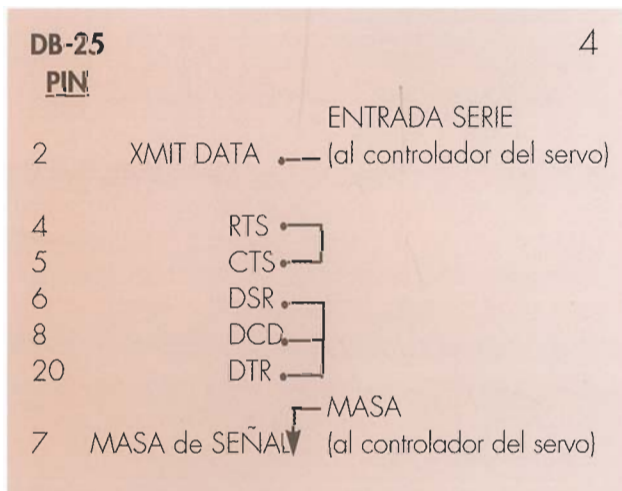
Si usamos zócalos, los soldaremos, y colocaremos IC1 y todos los componentes pasivos en su lugar.

4.- Detalle de la inhabilitación de protocolo serie por medio de "hardware".

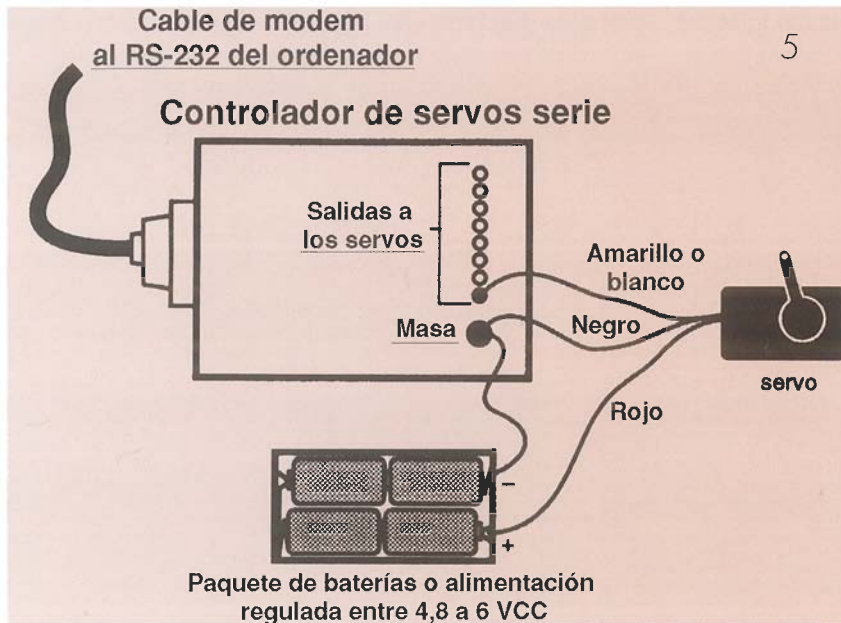
## Construcción

Antes de comenzar a construir este proyecto, deberemos obtener el PIC programado, 16C55s, o programarlo nosotros mismos con las herramientas suministradas por el fabricante. Si planeamos utilizar la conexión serie a 19.200 bps, necesitaremos un PIC 16C55-HS para IC3 (HS es la abreviatura, en inglés, de "velocidad alta"). Si podemos arreglarnos con 9.600 bps, podemos usar un 16C55XT (XT de "xtal" oscilador) y ahorrar unos billetes.

Nuestra elección de velocidad también afecta al valor de CR1. Para 19.200 bps, emplearemos un resonador de 8 MHz, mientras que para 9.600 bps usaremos uno de 4 MHz. El integrado utiliza-







### 5.- Detalle de la conexión del servo al controlador.

#### Lista de componentes

#### Semiconductores:

IC1: 78L05, regulador 5 V  
 IC2: MC1489, cuádruple receptor RS-232  
 IC3: PIC16C55, Dispositivo programado (-XT para 9.600 bps o menos, HS para 19.200 bps.)  
 IC4: PIC16C55-XT, Dispositivo programado  
 CR1: Resonador cerámico de 2, 4 ó 8 Mhz.  
 CR2: Resonador cerámico de 4 Mhz.

#### Condensadores:

C1: 330 nF, cerámico  
 C2: 100 nF, cerámico  
 C3: 47 pF, cerámico  
 C4: 100 nF, cerámico

Después conectaremos una fuente de 7,5 a 12 voltios, o una pila de 9 voltios, a la entrada de alimentación. Conectamos luego un polímetro, ajustado a CC, entre la pista de masa que circunda el circuito impreso y un punto conveniente de tensión positiva, como la patilla 1 de IC3 ó IC4. Si no se obtiene una lectura de +5 voltios aquí, nos aseguraremos de que IC1 está instalado correctamente, verificando su soldadura y examinando el circuito impreso para localizar cortos de soldadura y posibles defectos. Cuando obtengamos una lectura de +5 voltios, desconectaremos la placa de la alimentación y continuaremos con el montaje.

El próximo paso es optativo. Nosotros instalamos un par de diodos LED para indicar la alimentación y la presencia de datos válidos. El diodo LED de alimentación se conecta por medio de una resistencia de 470 ohmios a la línea de +5 voltios, tal como indica la Figura 4. El diodo LED de datos se conecta mediante una resistencia de 220 ohmios a la pista etiquetada como DATA LED en la placa. Como quiera que el LED de datos se activa muy brevemente, aumentamos la corriente para obtener un resplandor adicional. Podemos omitir estos diodos LED para ahorrar potencia de pila pero, aún con ellos montados, el prototipo consume menos de 25 mA con la pila de 9 voltios.

Para la entrada serie, usamos un conector DB-25 estándar hembra cableado para adaptarse a un cable de modem con el que podemos conectar fácilmente el controlador a ordenadores diferentes sin hacer un cable nuevo cada vez. Simplemente,

nal de tipo regleta.

Una vez que la placa se cablee y esté lista para energizar, conectaremos los circuitos integrados en sus zócalos respectivos. La placa se diseñó para que todas las patillas (1) de los circuitos integrados se orienten en la misma dirección.

## Verificación y uso

Para verificar totalmente el controlador serie, necesitaremos el equipo siguiente:

- (1) Un ordenador con un puerto serie y un lenguaje de programación capaz de escribir en este puerto. Los ejemplos aquí mostrados son para PC y compatibles, pero los Macintosh, Amigas, Ataris y ordenadores "monoplaca" pueden también utilizarse.
- (2) Un cable de modem para ordenador.
- (3) Por lo menos un servo. Podemos usar un osciloscopio para observar los cambios de forma de onda en la salida. Podemos utilizar también un altavoz pequeño para pruebas.
- (4) Una fuente de alimentación para el servo, que pueden ser cuatro células de 1,5 voltios en serie o una fuente de alimentación de laboratorio. De ninguna manera usaremos el regulador de tensión del controlador para activar los servos: no está orientado a ese menester.

Una vez reunidos estos artículos entraremos en QBASIC, el programa dado en el Listado 3. Si no tenemos DOS 5.X y contamos con una versión

anterior de LENGUAJE BASIC, deberemos agregar los números de línea. Si usamos un ordenador que no es PC compatible, o un lenguaje diferente al BASIC, tendremos que consultar los manuales del mismo para conseguir la información sobre el acceso al puerto serie.

Un dato importante que ha de recordarse es que los datos de salida no deben acabar en RETURN y/o LINEFEED. En BASIC, esto se soluciona terminando el comando PRINT con un punto y coma (;). Otro punto esencial es que debemos inhabilitar todo protocolo del puerto serie. Podemos hacer esto en el software (con los parámetros CDO, CSO, DSO y OPO en el comando OPEN) o en el que equipo, tal como se muestra en la Figura 5. Aquí, "reenganchamos" las líneas de protocolo RTS, con lo que la señal se convierte en su propia respuesta.

Cuando el programa esté listo para funcionar, conectaremos el controlador de servo, tal y como se indica en la Figura 6. Nos aseguraremos de que la señal del servo y el hilo de masa se conectan adecuadamente.

Conectaremos la alimentación al servo y después al controlador. El servo deber activarse cuando el controlador se acaba de alimentar, entonces girará una corta distancia y luego se estacionará. Esto indica que el controlador está generando señal.

Si sustituimos el osciloscopio por los servos, veremos unos pulsos de 1 a 2 ms, repetidos en ciclos de 50 a 120 Hz. Si usamos un altavoz en vez del osciloscopio, oiremos un zumbido de frecuencia baja.

Si fracasamos y no conseguimos cualquiera de estas indicaciones, apagaremos el controlador y volveremos a verificar su cableado. Nos aseguraremos de que IC4 fue instalado correctamente: con la patilla 1 en el mismo borde de placa que los resonadores y los reguladores de tensión.

Después, confirmaremos que IC4 trabaja adecuadamente. Conectaremos el controlador al cable de modem del ordenador. Ejecutaremos el Listado 3 y enviaremos algunos comandos al controlador. Si hemos instalado un diodo LED de datos, éste debería parpadear con cada transmisión. Un parpadeo de dicho diodo LED indica que la recepción de datos es correcta, que el sincronismo entre bytes (FFh inicial) está presente y que la dirección de la placa es válida.

Es posible que el diodo LED de datos parpadee y el paquete de datos todavía se rechace, pero la

causa es fácil de explicar. En este caso, uno o ambos de los bytes 0 de acarreo son extraños o contienen un valor distinto de 0. Si el diodo LED de datos continúa activado, el controlador simplemente esperará a que uno o ambos de estos bytes sea 0. Se comparará la estructura de datos dada en la Tabla 2 con la salida de su programa.

Enviaremos valores diversos al puerto donde se conectó el servo. Debería moverse con respecto a la variación de datos. Un osciloscopio debería mostrar cambios en la anchura de pulso. Con un altavoz, es posible discernir los cambios en el sonido de salida, desde un tenue y "reedy" (anchura de pulso cerca de 1 ms) a un sonido más grueso y "buzzy" (anchura de pulso cerca de 2 ms).

Si la salida no cambia, nos aseguraremos de que estamos verificando el puerto al cual está conectado el servo, el osciloscopio o el altavoz utilizado. Lo comprobaremos metódicamente, enviando comandos a todos los puertos.

Si, aún así, no obtenemos respuesta, efectuaremos un chequeo con objeto de comprobar que el cable de modem está instalado correctamente. Confirmaremos, también, que el puerto al que estamos enviando los comandos es el mismo al que hemos conectado el controlador.

Verificaremos la gama de datos según el valor de CR1, y nos aseguraremos que concuerda con la Tabla 1. Podemos usar el valor máximo de 19,2 kbps únicamente si CR1 es 8 MHz. Hay que asegurarse de que los "linefeeds" (avance de papel en sentido vertical) y los retornos de carro están desactivados y de que el protocolo (handshaking) está inhabilitado por el lazo de realimentación. Finalmente, volveremos a desactivar el controlador y verificaremos IC2 e IC3 nuevamente para asegurarnos de que su instalación es la apropiada.

#### Resistencias:

R1-9: 220  $\Omega$

R10: 470  $\Omega$

#### Varios:

Placa de circuito impreso

Conector DB-25 (hembra)

Cable de modem

Conectores para los servos

Batería de 9 V y adaptador para la misma

Caja para el montaje

Cables, etc.

*algo más...*

El programa para el controlador en LENGUAJE BASIC es un ejemplo muy primitivo del tipo de software que se puede escribir para el interfaz con el servo controlador. Con excepción del valor del régimen de datos (baudio), no hay restricción alguna sobre cuán frecuentemente se pueden actualizar las posiciones de los servos.

Podemos adjuntar servocomandos dentro de



bucles del programa para que automáticamente se corrija la marcha del servo. Simplemente tendremos que asegurarnos de que el programa cumpla la norma de 5 bytes, como se ilustra en el Listado 3.

Si nuestra aplicación requiere más de ocho servos, podemos conectar placas adicionales de controlador a la misma línea serie. Cada controlador subsiguiente debe tener su dirección propia de placa para asegurarnos de que ignora comandos destinadas a otras placas que compartan la línea.

Si compramos PICS programados, deberemos especificar el número ID de dicha placa. Si programamos los PICS nosotros mismos, tendremos que recordar que hemos de colocar los números ID (marcados "my\_id\_number" en la cabecera del programa) en valores diferentes de la gama que va de 0 a 31. Alternativamente, podremos modificar el programa para que verifique la colocación de interruptores o los puentes conectados a las

patillas inutilizadas de los puertos IC3. Usaremos estas colocaciones para determinar el ID que iniciará la secuencia.

Eléctricamente, se pueden conectar varias placas directamente a un único puerto serie RS-232 pero, en la práctica, más de dos conexiones cargarían excesivamente la salida del ordenador controlador. Una buena idea para más de dos placas sería usar un receptor de línea (1489) y distribuir su salida lógica a varias placas. Si todavía queremos que cada controlador maneje una sola unidad, diseñaremos un adaptador de entrada para reducir la carga de la línea RS-232.

Si el problema no es el número de servos, sino la distancia desde el ordenador "anfitrión", convertiremos la entrada del controlador a la norma RS-422, la cual utiliza la misma estructura de datos que el RS-232 pero cuyas señales son más fiables de ser utilizadas en distancias largas, incluso a cientos de metros.

# elektor

**electrónica: técnica y ocio**

**ARGENTINA - CHILE - URUGUAY - PARAGUAY**

**DISPONIBLES PARA LA ZONA TODOS LOS CIRCUITOS  
IMPRESOS DE LA SERIE EPS**

**SUMINISTRAMOS DESDE UN CIRCUITO HASTA GRANDES SERIES  
HD TAKSON S.R.L. FABRICANTE Y DISTRIBUIDOS BAJO LICENCIA EXCLUSIVA DE LOS  
CIRCUITOS IMPRESOS Y KITS elektor**

**DISPONIBLES:**

**LISTA DE PRECIOS Y CATALOGOS EN DISKETTES 5 1/4  
ATENCION ESPECIAL A INSTITUTOS Y ESCUELAS TECNICAS**

**HD TAKSON S.R.L.**

**LA PAZ 613**

**(17020) CIUDADELA**

**PCIA. DE BUENOS AIRES**

**ARGENTINA**

**Pedidos y servicios de Post-Venta Fax./Telf.: 54-1-653 57 00**