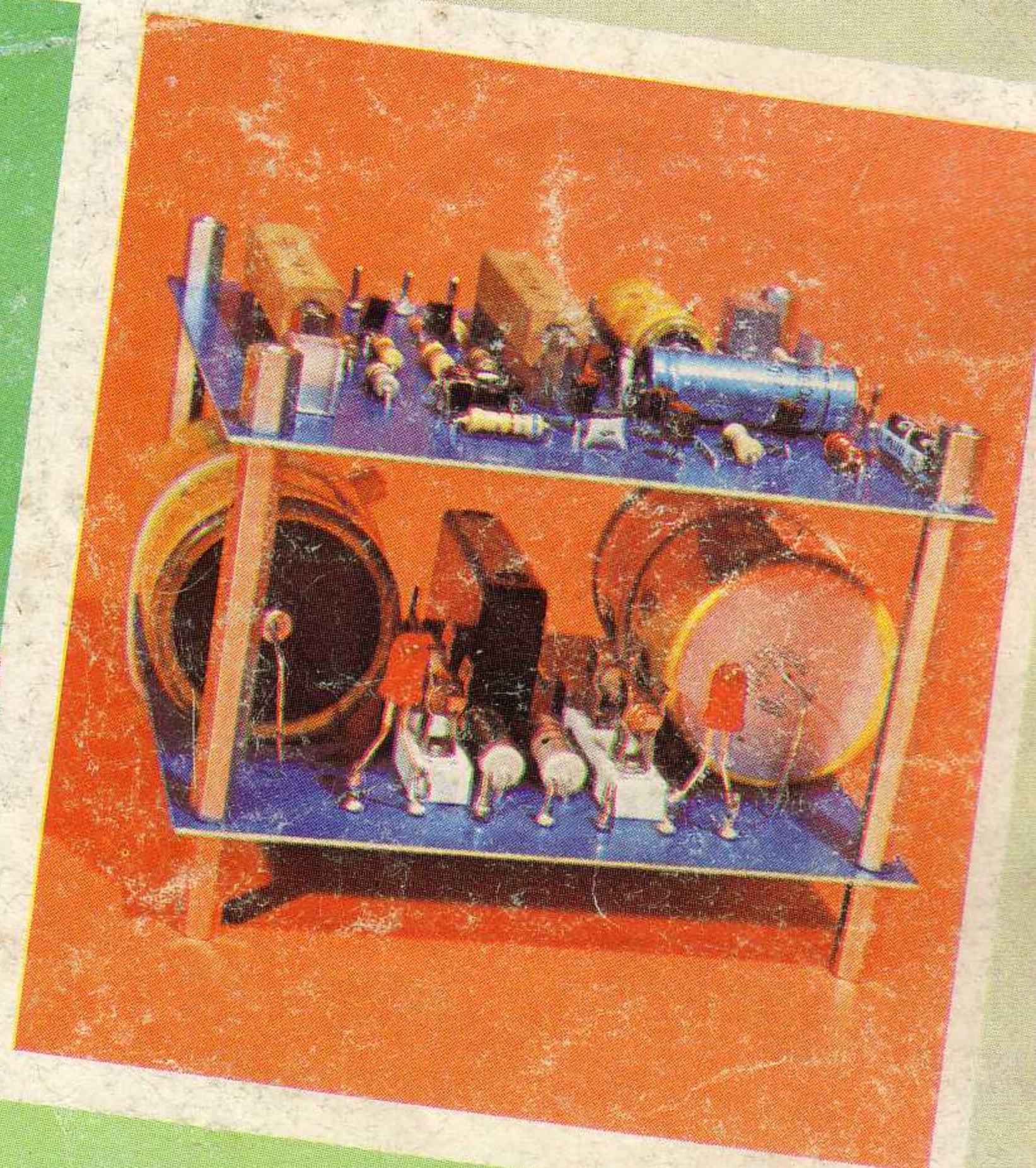
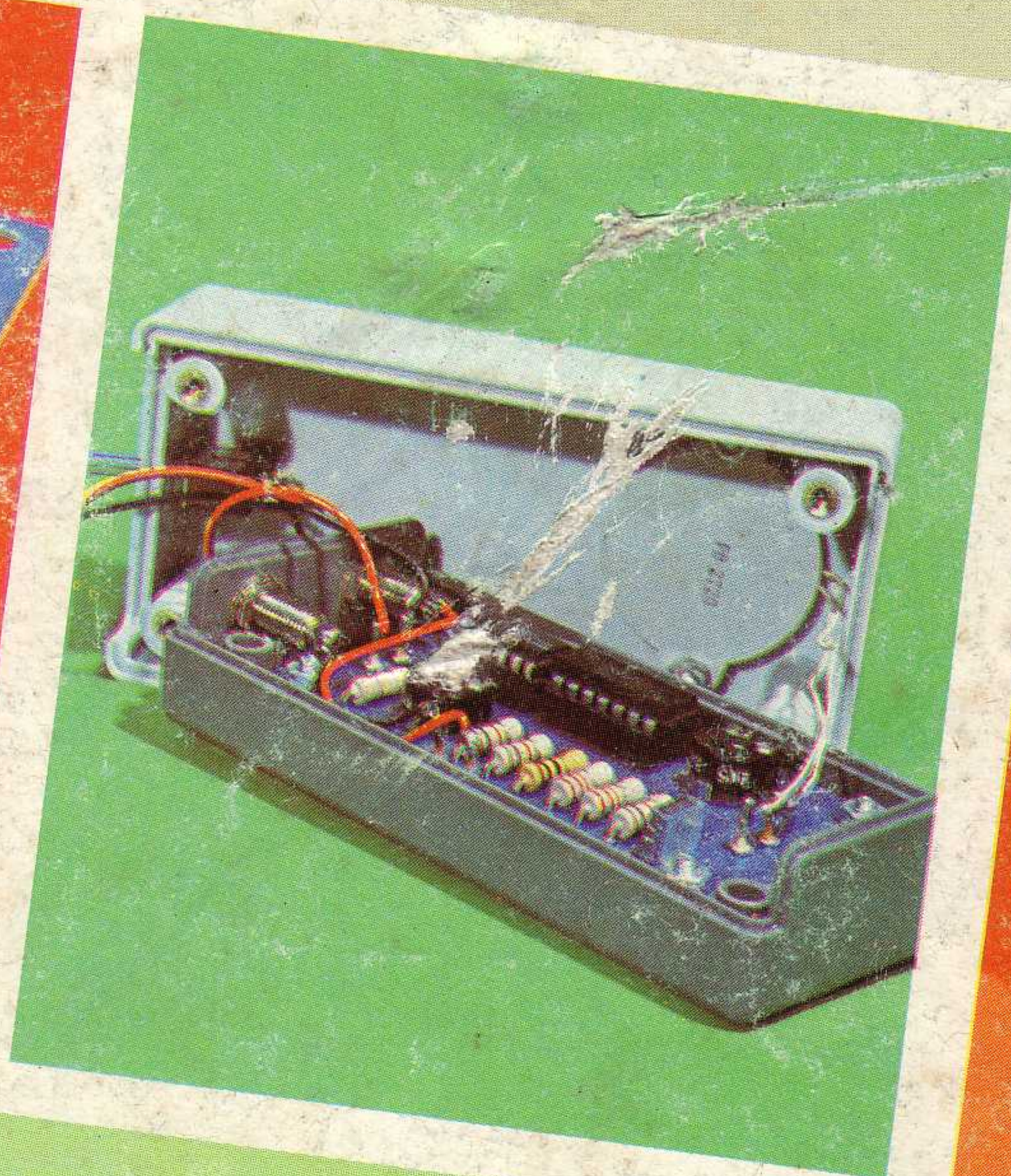
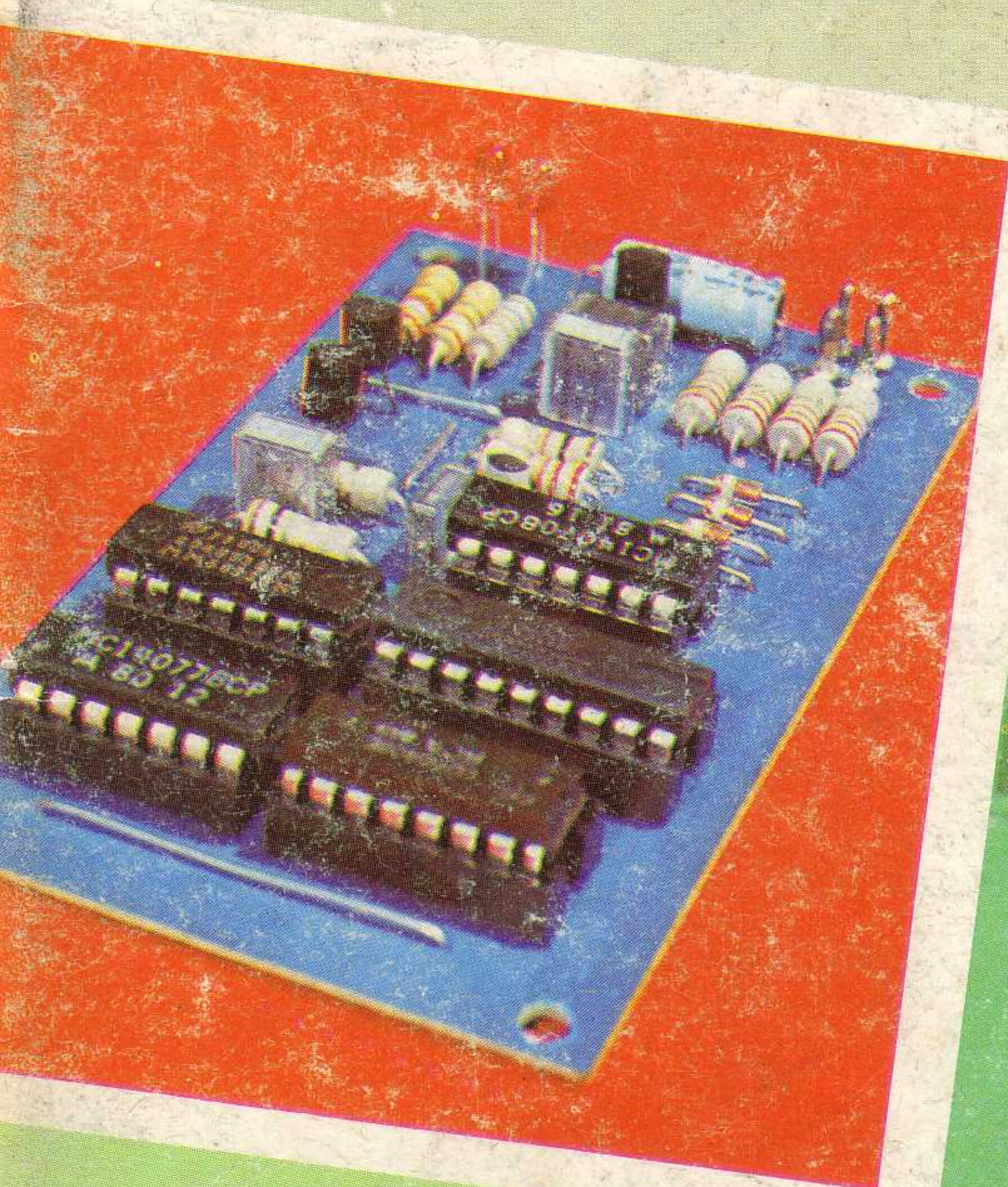




detector de metales

amplificador de 100 W

frecuencímetro a cristal líquido

anti-robo activo

curso de BASIC (2.^a parte)

Selektor	9-01
El silencioso ruido de una turbina de gas.	
Comprobador de RAMs 2114	9-04
Un instrumento portátil para la verificación «en vivo» de las memorias RAM más utilizadas en la actualidad: las 2114.	
Amplificador de 100 W	9-07
En esta ocasión no les proponemos ningún montaje revolucionario, ni tan siquiera de concepción ultramoderna y vanguardista... simplemente le indicamos cómo conseguir 100 W sobre 4 ohmios con fiabilidad, economía y calidad.	
Los transformadores toroidales	9-13
¿Qué es un transformador toroidal?, ¿cuales son sus características más notables?	
Frecuencímetro a cristal líquido	9-15
Un instrumento portátil que, en su versión básica, pone los 35 MHz «al alcance de su bolsillo»... ¡y los 120 MHz con una próxima ampliación!	
Anti-robo activo	9-18
¡Una póliza de seguro «activa» para su automóvil!	
Curso de BASIC (2.ª parte)	9-21
Un paso más hacia el dominio del lenguaje BASIC: ¿dónde se almacena la información dentro del microordenador?... ¿Cuales son las constantes numéricas y las variables que admite nuestro «dialecto» BASIC?	
Detector de metales	9-29
Algunas fuentes de información —¡ciertamente interesadas!— clasifican a los detectores de metales en tres categorías: «malos» y económicos, «buenos» pero de precio exorbitante... y el detector de metales de Elektor. ¿Qué le parece si lo comprobamos?	
El duende de Elektor	9-37
Electro-diapasón	9-38
Un afinador electrónico para instrumentos musicales con sólo tres circuitos integrados.	
Mini-téster	9-39
¿Cómo anda el estado de salud de las conexiones eléctricas?... ¡Ahí va nuestro estetoscopio electrónico!	
El Junior Computer como frecuencímetro	9-41
Otra demostración de las aptitudes prácticas del microordenador de Elektor.	
Relés de estado sólido	9-43
Los relés electrónicos presentan un cierto número de ventajas respecto a sus homólogos mecánicos: no sufren desgaste, no provocan arcos voltaicos y lo que es más interesante ¡puede construirlos usted mismo!	
Mercado	9-49
Índice de anunciantes	E-12

sumario

SUMMAR

SUMMA

SUM

SU



Este mes hemos recogido en la portada tres de los montajes más interesantes que aparecen en la revista:

- Un amplificador de alta fidelidad de 100 W, compacto y modular.
- Nuestro comprobador de RAMs 2114 en formato de bolsillo.
- El mini-téster: un «auscultador electrónico» que le facilitará la detección de invisibles corto-circuitos, micro-rupturas de pistas y otras imprevisibles «encerronas» en las que suelen caer los aficionados.

Tres «vedettes» cuyo acompañamiento no desmerece en absoluto, a saber: la segunda parte de nuestro coleccionable «Curso de BASIC», un frecuencímetro a LCD, el detector de metales de Elektor...



elektor29

claves

año, 3, núm. 29

octubre 1982

Redacción, Administración y Suscripciones:
Edita:
Presidente:
Director:
Redactor jefe de la edición internacional:
Redactor jefe de la edición española:
Cuerpo de redacción:

Villanueva, 19, 1.º
Teléf. 276 08 23. Madrid-1
Ingelek, S.A.
Ernesto Medina Muñoz
Antonio M. Ferrer Abelló

Paul Holmes

Francisco Lara
Redactores técnicos:
J. Barendrecht, G. H. K. Dam,
E. Krempelsauer,
A. Nachtmann, G. Nachbar,
K. S. M. Walraven
J. Ignacio Alegría, Ignacio Garrido
A. S. Bernal

Fernando Martínez
Recoletos, 1. Teléf. 276 12 07. Madrid-1
José Suárez
Villarreal, 191. Teléf. 239 18 58. Barcelona-36

Alberto Leonard
María Antonia Buitrago
Inmaculada de la Torre
Gráficas ELICA. Boyer, 5.
Madrid-32

COEDIS, Valencia 245. Barcelona
S.A.I. Avda. de los Palos Grandes; Ed. Monte-Ulía
1.º piso, 14
CARACAS, Teléf. 284 78 48

Colaboradores:

Publicidad:

Director administrativo:
Contabilidad:
Suscripciones:
Impresión:

Distribución España:
Distribución Venezuela:

Depósito legal: GU. 3-1980
ISSN 0211-397X

DERECHOS DE REPRODUCCION

Elektuur B. V. 6190 AB Beek (L). Holanda
Elektor Verlag GmbH, 5.133. Gangelt. R. F. de Alemania
Elektor Publishers Ltd. Canterbury CT1 1PE, Kent, Inglaterra.
Elektor Sarl BP 53; 59270 Bailleul, Francia.
Elektor, Via dei Lavoratori, 125. 20092 Cinisello B, Italia.

DERECHOS DE AUTOR

La protección de los derechos de autor se extiende no sólo al contenido redaccional de Elektor, sino también a las ilustraciones y circuitos impresos, incluido su diseño, que en ella se reproducen.
Los circuitos y esquemas publicados en Elektor, sólo pueden ser utilizados para fines privados o científicos, pero no comerciales. Su utilización no supone ninguna responsabilidad por parte de la sociedad editora.
La sociedad editora no devolverá los artículos que no haya solicitado o aceptado para su publicación. Si acepta la publicación de un artículo que le ha sido enviado, tendrá el derecho de modificarlo, traducirlo y utilizarlo para sus otras ediciones y actividades, pagando por ello según la tarifa que tenga en uso.
Algunos artículos, dispositivos, componentes, etcétera, descritos en esta revista pueden estar patentados. La sociedad no acepta ninguna responsabilidad por no mencionar esta protección o cualquier otra.

LISTA DE PRECIOS

Número sencillo: 200 ptas. Número doble: 400 ptas.
Números atrasados: Precio de portada
Colección 1980 (6 números): 1.120 ptas.
Colección 1981 (11 números): 2.125 ptas.
Suscripción por un año, España, Portugal, Gibraltar y Andorra
Correo de superficie: 2.000 ptas.
Suscripción por un año, extranjero
Correo de superficie: 2.800 ptas. Correo aéreo: 3.500 ptas.
La revista Elektor tiene carácter mensual, publicándose cada año 10 números sencillos y uno doble correspondiente a julio/agosto.

CORRESPONDENCIA

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

CT Consulta técnica
DR Director
CD Cambio de dirección
EPS Circuitos impresos
SC Servicio comercial

S Suscripciones
RA Revistas atrasadas
ESS Servicio de Software
P Publicidad
SLE Servicio Libros de Elektor

Todas las cartas dirigidas a consulta técnica deberán incluir un sobre de respuesta, franqueado y con el nombre y dirección del consultante.

Copyright © 1981. Uitgeversmaatschappij Elektuur B. V. (Beek, Nederland).

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

CONTROL DIFUSION



¿Qué es un TUN?
¿Qué es un 10 n?
¿Qué es el EPS?
¿Qué es el servicio CT?
¿Qué es el duende de Elektor?

Tipos de semiconductores

A menudo, existen un gran número de transistores y diodos con denominaciones diferentes, pero con características similares. Debido a ello, Elektor utiliza, para designarlos, una denominación abreviada.

• Cuando se indica 741 se entiende que se hace referencia a: μ A 741, LM 741, MC 641, MIC 741, RM 741, SN 7241, etcétera.

• TUP o TUN (Transistor universal de tipo PNP o NPN, respectivamente) representa a todo transistor de silicio, de baja frecuencia, con las siguientes características:

U_{CE0} máx.	20 V
I_C máx.	100 mA
h_{FE} mín.	100
P_{tot} máx.	100 mW
f_T mín.	100 MHz

Algunos de los tipos TUN son: las familias BC107, BC108 y BC109; 2N3856A; 2N3859; 2N3860; 2N3904; 2N3947; 2N4124.

Algunos de los tipos TUP son: las familias BC177 y BC178 y el BC179; 2N2412; 2N3251; 2N3906; 2N4126; 2N4291.

• DUS y DUG (Diodo Universal de Silicio o de Germanio, respectivamente), representa a todo diodo de las siguientes características.

	DUS	DUG
U_R máx.	25 V	20 V
I_F máx.	100 mA	35 mA
I_R máx.	1 A	100 A
P_{tot} máx.	250 mW	250 mW
C_D máx.	5 pF	10 pF

Pertenecen al tipo DUS los siguientes: BA127, BA217, BA128, BA221, BA222, BA317, BA318, BAX13, BAY61, IN914, IN4148.

Y pertenecen al tipo DUG: OA85, OA91, OA95, AA116.

• Los tipos BC107B, BC237B, BC547B corresponde a versiones de mayor calidad dentro de una misma «familia». En general, pueden ser sustituidos por cualquier otro miembro de la misma familia.

Familias BC107 (-8, -9)

BC107 (-8, -9), BC147 (-8, -9), BC207 (-8, -9), BC237 (-8, -9), BC317 (-8, -9), BC347 (-8, -9), BC547 (-8, -9), BC171 (-2, -3), BC182 (-3, -4), BC282 (-3, -4), BC437 (-8, -9), BC414

Familias BC177 (-8, -9)

BC177 (-8, -9), BC157 (-8, -9), BC204 (-5, -6), BC307 (-8, -9), BC320 (-1, -2), BC350 (-1, -2), BC557 (-8, -9), BC251 (-2, -3), BC212 (-3, -4), BC512 (-3, -4), BC261 (-2, -3), BC416

Valores de resistencias y condensadores

En los valores de las resistencias y de los condensadores se omiten los ceros, siempre que ello es posible. La coma se sustituye por una de las siguientes abreviaturas:

p (pico) = 10^{-12}
n (nano-) = 10^{-9}
 μ (micro-) = 10^{-6}
m (mili-) = 10^{-3}
k (kilo-) = 10^3
M (mega-) = 10^6
G (giga-) = 10^9

Ejemplos:

— Valores de resistencia:
2k7 = 2700
470 = 470

Salvo indicación en contra, las resistencias empleadas en los esquemas son de carbón 1/4 W y 5% de tolerancia máxima.

— Valores de capacidades:
4p7 = 4,7 pF = 0,00000000047F
10 0,01 μ F = 10^{-8} F

El valor de la tensión de los condensadores no electrolíticos se supone, por lo menos, de 60V; como norma de seguridad conviene que ese valor sea siempre igual o superior al doble de la tensión de alimentación.

Puntos de medida

Salvo indicación en contra, las tensiones indicadas deben medirse con un voltímetro de, al menos, 20 K Ω /V de resistencia interna.

Tensiones de corriente alterna

Siempre se considera para los diseños, tensión senoidal de 220 V/50 Hz.

“U” en vez de “V”

Se emplea el símbolo internacional “U” para indicar tensión, en lugar del símbolo ambiguo “V”, que se reserva para indicar voltios.

Ejemplo: se emplea $U_b = 10$ V, en vez de $V_b = 10$ V.

Servicios ELEKTOR

para los lectores

Circuitos impresos:

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 (Elektor Print Service).

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 las siglas CT e incluir un sobre para la respuesta, franqueado y con la dirección del consultante.

IMPORTANTE: No se atenderán aquellas consultas que impliquen una modificación importante o un nuevo diseño.

El duende de Elektor:

Toda modificación importante, corrección, mejora, etc., de las realizaciones de Elektor se incluirá en este apartado.

Cambio de dirección:

Debe advertirse con 6 semanas de antelación.

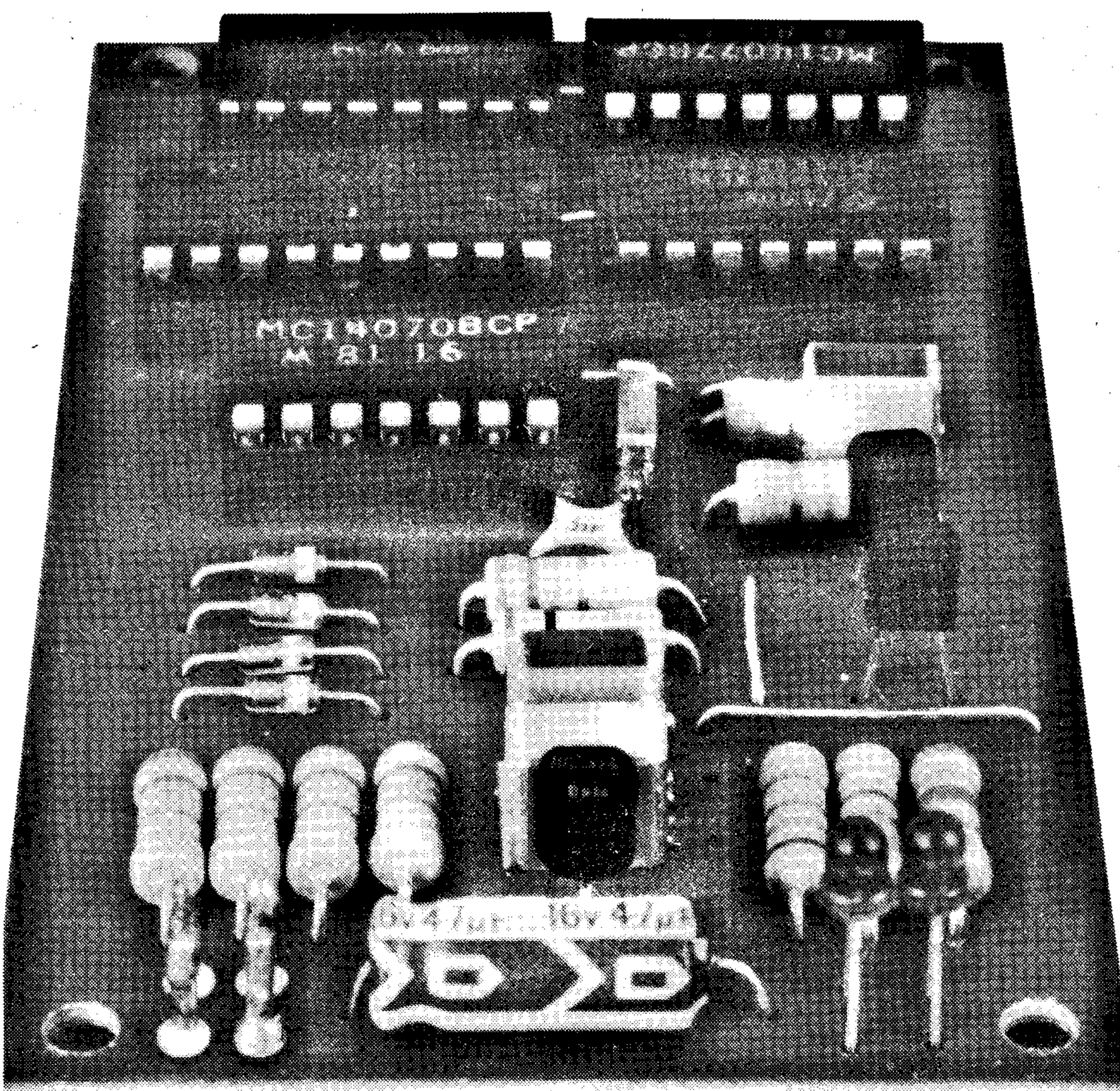
Tarifa publicitaria (nacional o internacional)

Puede obtenerse mediante petición a la dirección de la revista.

comprobador de RAMs 2114

¡verificación «in vitro» de las memorias «vivas»!

¿Qué es lo que hay que hacer cuando las memorias RAM de un sistema basado en microprocesador presentan síntomas de mal funcionamiento? Por supuesto, podemos acudir a las hojas de características, si bien, estas suelen proporcionar muy poca información acerca de cómo solventar irregularidades de funcionamiento. Las verificaciones «in vivo» no suelen ser excesivamente simples y, normalmente, no aportan datos suficientes para resolver el problema con eficacia. Dada esta situación, hemos diseñado un pequeño circuito de verificación especializado en las memorias RAM estáticas más utilizadas en la actualidad: las 2114.



La 2114 es una memoria RAM utilizada en casi cualquier tipo de sistema basado en microprocesador. Su popularidad ha repercutido en su precio de venta, reduciéndolo de una forma respetable, aunque sin llegar al nivel que todos los aficionados deseáramos. El factor precio adquiere una mayor trascendencia en el momento en el que nos planteamos la construcción de un bloque de memoria RAM. Por ejemplo, un bloque de 8 Kbytes precisa de 16 circuitos integrados 2114, lo que se traduce en una factura que no tiene nada que envidiar a la que, de vez en cuando, nos remite la «Compañía Telefónica». Para poner coto a esta factura habrá que empezar —si el vendedor nos lo autoriza— por comprobar que las memorias que adquirimos son satisfactorias.

El interés del circuito que les presentamos no sólo radica en el aspecto económico al que nos hemos referido; existen argumentos técnicos suficientes para razonar su utilidad. En efecto, no es nada fácil distinguir si el funcionamiento incorrecto de un circuito integrado 2114 se debe a dificultades originadas por el sistema (bus de direcciones, de datos, señal de selección, alimentación...) o a defectos intrínsecos de la RAM.

El procedimiento de verificación del circuito comprobador aparece detallado en el diagrama de flujo de la figura 1. En este observamos que en caso de error en la memoria se ilumina un LED rojo. Cada célula de la RAM 2114 bajo examen recibe alternativamente un nivel lógico alto y otro bajo, nivel cuya presencia es verificada a continuación. El procedimiento no es original, salvo, tal vez, la circunstancia de que el ordinograma no se aplica a un programa, sino que refleja el desarrollo cronológico del funcionamiento de un circuito. Un segundo indicador del montaje comprobador señalará cualquier posible corto-circuito en la tensión de alimentación o la circunstancia de que el consumo excede los 100 mA.

El circuito

Al accionar el pulsador S1, la salida de N2 pasa a nivel lógico bajo; de tal forma que IC1 y el biestable N3/N4 son inicializados a través de N5 y, de inmediato, todas las salidas Q de IC1 pasan a estado lógico bajo. Al cabo de unos 100 ms, el condensador C2 se ha cargado lo suficiente, a través de R6, para que la tensión presente en sus extremos alcance el umbral de disparo del operador N2 (disparador del tipo Schmitt Trigger). La salida de éste último pasará, en consecuencia, a nivel lógico bajo. A partir de este preciso instante, el contador binario de 12 bits (IC1) empieza a efectuar su labor de conteo. Durante los primeros 1.024 (1 K) impulsos —entregados por el generador construido entorno a N1 y cuya frecuencia es de unos 10 kHz—, las salidas Q10 y Q11 permanecen a nivel lógico bajo. Con ello, la entrada $\overline{WE}$ (Write Enable = autorización de escritura) sigue también a nivel bajo, o lo que es lo mismo en estado activo. Las salidas de N6 y N7 se encuentran a nivel alto (debido a que su/s entradas está/n a nivel bajo) y, en consecuencia, las entradas I/O1...I/O4 de la RAM estarán a este mismo nivel. En definitiva, cada uno de los

1.024 pulsos de reloj carga en la RAM cuatro bits a «1» lógico.

Al presentarse el pulso número 1.025, la salida Q10 pasa a nivel lógico alto y se desactiva la entrada $\overline{WE}$: la memoria pasa a modo lectura y las líneas I/O se convierten en salidas. Por el contrario, Q11 sigue a estado bajo; de tal forma que en el transcurso de los próximos 1.024 pulsos de reloj, se realiza la lectura de las palabras de cuatro bits (todos a «1» lógico) escritas en la RAM en la etapa precedente.

Las puertas lógicas OR-Exclusiva N9...N12 actúan como comparadores: sus salidas pasan a estado alto cuando una sola de sus dos entradas se posiciona a este mismo nivel. Por el momento, todas ellas están a nivel bajo.

Los diodos D1...D4, asociados a R11, constituyen una puerta OR (suma lógica). Todos los diodos están bloqueados y la entrada de N8 recibe en consecuencia un nivel lógico bajo. Esta puerta funciona a modo de inversor, de tal forma que, en estas condiciones, su salida aplica un estado alto a una de las entradas del biestable conformado con las puertas NAND N3/N4; la otra entrada recibe analógicamente un estado alto procedente de N5. Dada esta situación, observamos que la base de T1 recibe un nivel bajo, de ahí que el transistor permanezca bloqueado y el LED D5 apagado.

El hecho de que un sola de las salidas de la

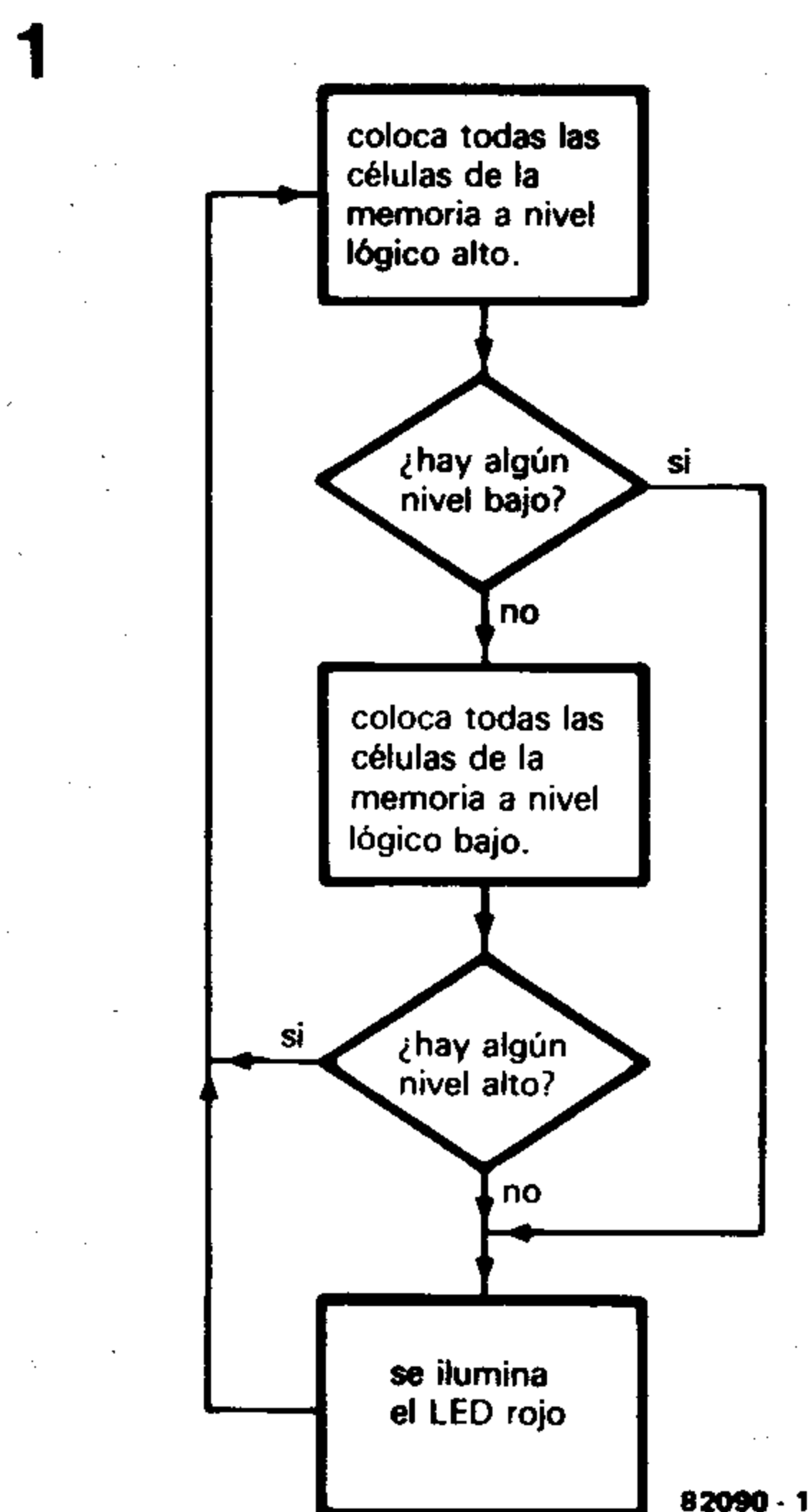
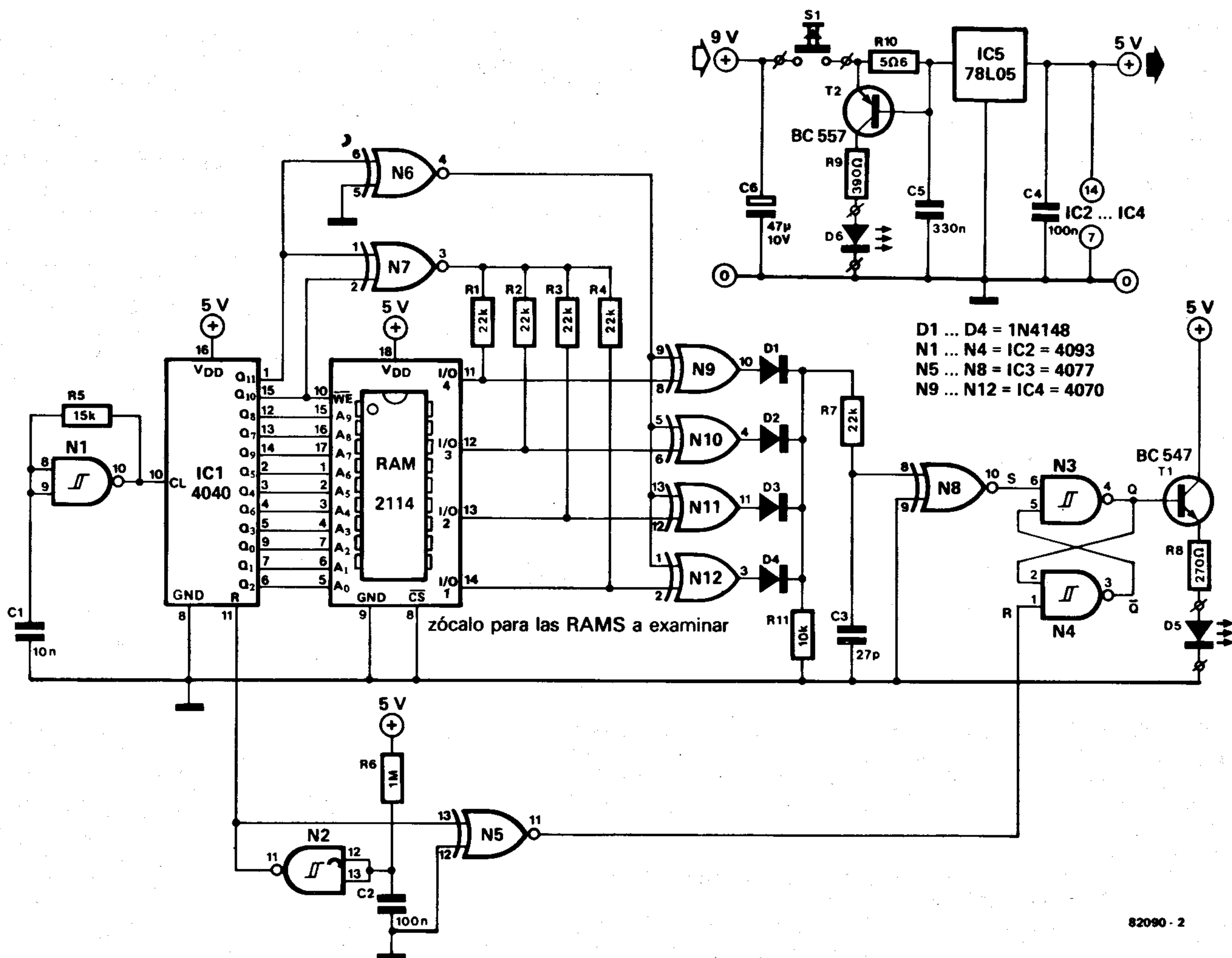


Figura 1. Ordinograma del proceso de verificación. Un LED rojo señala la «disconformidad» de los datos leídos en la memoria RAM bajo examen.

RAM entregara un «0» lógico, bastaría para que la base de T1 recibiera un nivel alto y pasara a estado conductor, provocando la iluminación del LED; en efecto, la salida del biestable N3/N4 pasaría a estado alto. Si se presentaran otros defectos en la RAM, esta salida no cambiaría de estado lógico. Para arrancar de nuevo el ciclo de verificación debe inicializarse N5 accionando el pulsador S1.

Siguiendo con nuestro análisis del procedimiento de verificación, supongamos ahora que el primer «test» (verificación de los niveles lógicos altos) se ha desarrollado con éxito: el LED D5 permanece apagado. Al cabo de los próximos 1.024 pulsos de reloj, Q11 pasa a nivel lógico alto, mientras que Q10 se posiciona a nivel «0». La memoria se coloca de nuevo en modo escritura y los estados lógicos bajos aplicados a sus respectivas entradas a través de N7, se escriben en la RAM a razón de una palabra de 4 bits por cada pulso de reloj. Cuando Q10 pasa a nivel lógico alto, la memoria queda seleccionada para realizar en ella la lectura de las 1024 palabras de 4 bits a estado bajo anteriormente almacenadas. Si los comparadores N9...N12 no detectan ningún nivel lógico erróneo («1» lógico en este caso), el LED permanecerá apagado. Por el contrario, si alguna de las palabras leídas posee algún bit alto (situación errónea), el biestable

2



82090 - 2

Figura 2. El circuito de verificación consiste en un contador que proporciona los datos de escritura y, posteriormente, los datos de comparación para la lectura/diagnóstico. Adicionalmente, el circuito mide el consumo de corriente de la RAM examinada e indica su corrección.

Lista de componentes:

Resistencias:

R1 ... R4, R7 = 22 k
 R5 = 15 k
 R6 = 1 M
 R8 = 270 Ω
 R9 = 390 Ω
 R10 = 5,6 Ω
 R11 = 10 k

Condensadores:

C1 = 10 n
 C2, C4 = 100 n
 C3 = 27 p
 C5 = 330 n
 C6 = 47 μ /10 V

Semiconductores:

D1 ... D4 = 1N4148
 D5, D6 = LED rojo
 T1 = BC 547
 T2 = BC 557
 IC1 = 4040
 IC2 = 4093
 IC3 = 4077
 IC4 = 4070
 IC5 = 78L05

Varios:

S1 = pulsador
 pila de 9 V con conector

3

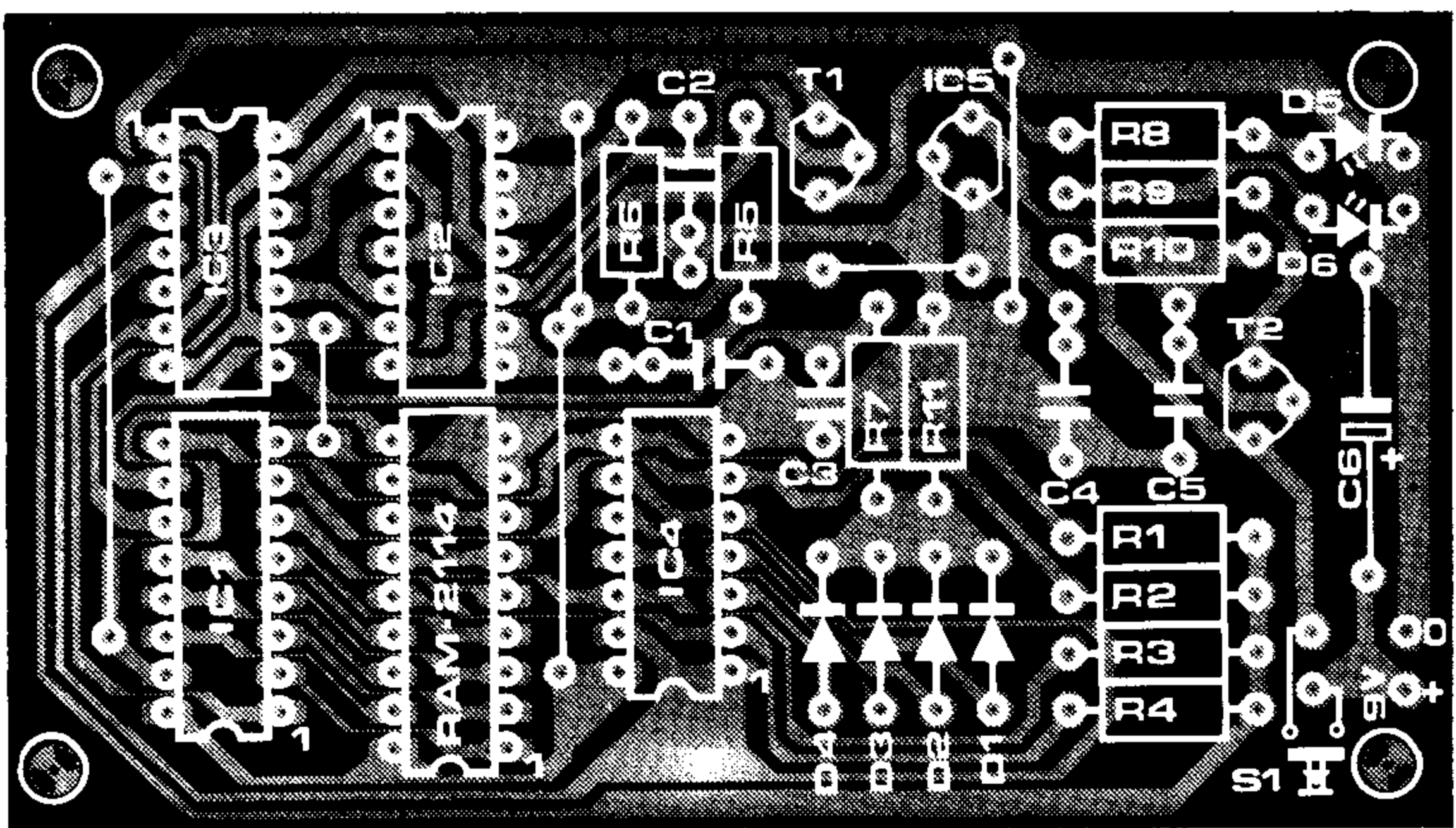
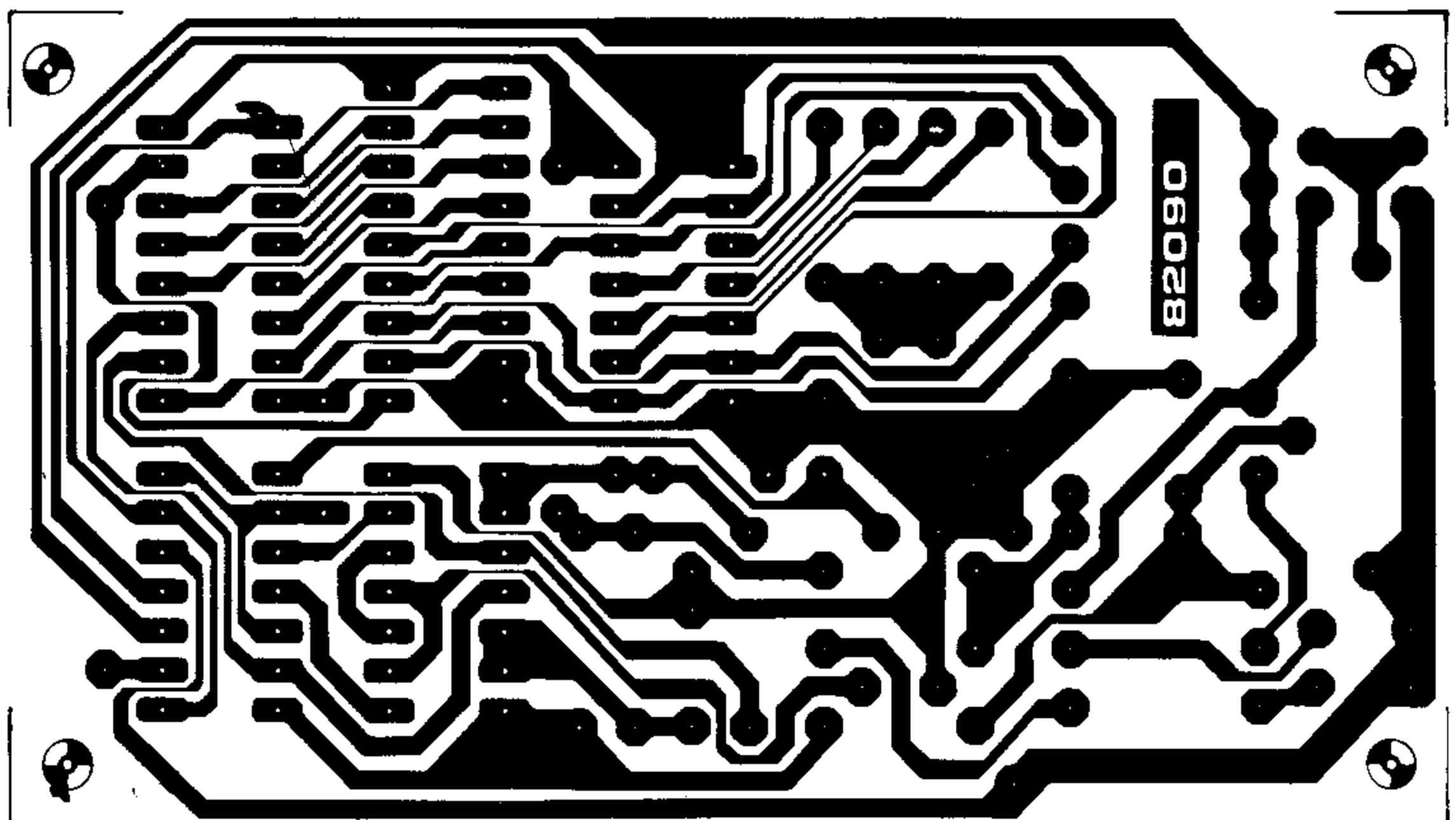


Figura 3. Circuito impreso diseñado para el montaje del comprobador de memorias RAM 2114.

conmutará a estado alto y se iluminará el LED D5.

La red R7/C3 garantiza el rechazo de los impulsos parásitos que pueden producirse debido a la dispersión de las características de transferencia que pueden aparecer entre las diversas puertas lógicas.

Nos queda aún por describir el procedimiento de verificación del consumo de corriente. La tecla S1 debe permanecer accionada durante 2 ó 3 segundos, con el fin de que puedan desarrollarse en este intervalo varios ciclos de verificación completos. Si el LED D5 no se ilumina, tendremos la seguridad de que la RAM bajo examen funciona correctamente. Veamos como se las ingenia el montaje para diagnosticar el perfecto estado de salud de nuestra memoria RAM. Los componentes R9, R10 y T2 constituyen un circuito que actúa como un eficaz «estetoscopio de corriente». Si la RAM examinada presenta algún defecto (debido, por ejemplo, a que en su empleo anterior se ha invertido su inserción), manifestará una acusada tendencia a «ingerir» un flujo de electrones superior a los 100 mA; sus cortocircuitos internos habrán aumentado su voracidad. En consecuencia, la caída de tensión a través de R10 será tal que obligará a T2 a hacerse conductor y a D6 a iluminarse. Una RAM 2114 en versión «L», consume una corriente típica de 25 mA (máximo 40 mA), mientras que en ver-

sión «normal» su consumo típico se sitúa en los 50 mA y e máximo el 70 mA. En nuestro montaje, la corriente de cortocircuito está limitada por IC5 al valor de 140 mA.

Un consejo: no está de más verificar la eficacia del propio comprobador. Si su actuación es correcta, el LED D5 debe iluminarse al pulsar S1 en ausencia de RAM.

Montaje

Realmente, poco es lo que hay que añadir al respecto. La figura 3 muestra el trazado del circuito impreso concebido para el montaje del comprobador de RAMs 2114. Por lo demás, la fotografía del prototipo puede servir de referencia para el lector que albergue alguna duda acerca de la disposición de los componentes sobre la placa.

El zócalo previsto para albergar a la RAM a examinar no tiene porque ser necesariamente de «fuerza de inserción nula», si bien, éste es un «lujo» útil y atractivo.

La tensión de alimentación la proporciona una pila compacta de 9 V que puede introducirse junto al circuito dentro de una pequeña caja de plástico.

Dado lo económico del montaje, nos parece oportuno recomendar la adquisición de un zócalo de alta calidad para la colocación

de las RAMs a verificar; la inversión adicional necesaria se verá gratamente recompensada sobre todo si el circuito va a utilizarse con relativa frecuencia.

La próxima vez que acuda a su tienda de componentes a adquirir memorias 2114, puede llevarse en un bolsillo a este eficaz colaborador que de seguro le evitará algún que otro «tropezón» económico... ❏

amplificador de 100w

la solidez de la experiencia

La característica peculiar de este amplificador es que no está basado en una tecnología cara, ultramoderna o de vanguardia. Dicho de otro modo, no pretende ser algo revolucionario. Sólo intenta satisfacer las exigencias funcionales planteadas por algunos de nuestros lectores y que no son otras que tener una potencia y una relación calidad/coste elevadas. No se trata, pues, de un montaje experimental sino de una solución de compromiso entre la potencia de salida y la distorsión, suministrando 100 W a una carga de 4 ohmios.

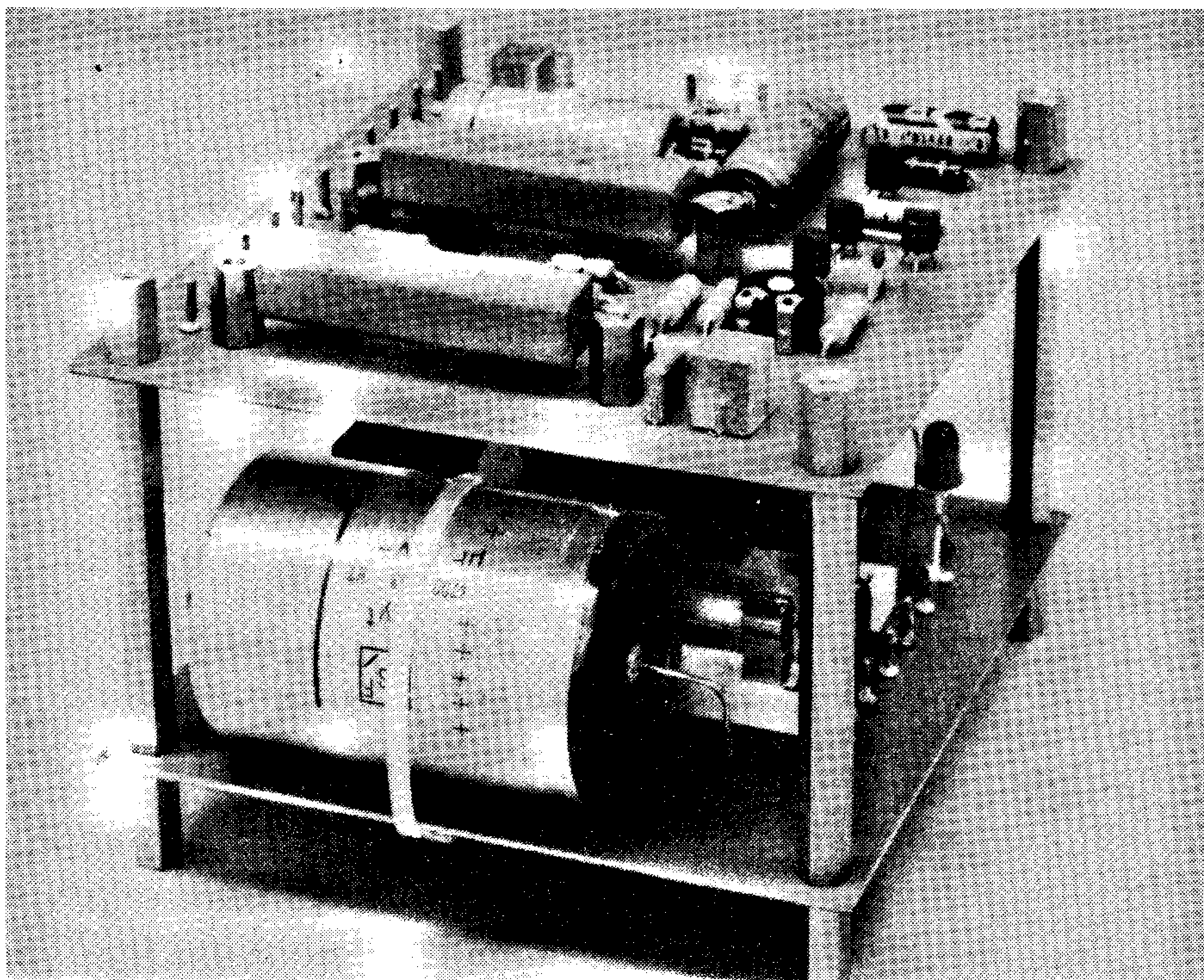


Tabla 1.

Características técnicas:

potencia de salida: (señal sinusoidal)	100 W ($R_L = 4 \Omega$, $k = 0,1\%$)
ancho de banda	70 W ($R_L = 8 \Omega$, $k = 0,1\%$)
de potencia:	
respuesta de frecuencia:	< 10 Hz... > 20 kHz a 100 W
índice de distorsión:	< 10 Hz... > 100 kHz (-3dB)
distorsión de intermodulación:	< 0,1% a 20 hz...20 kHz y 100 W
relación señal/ruido:	0,28% medida a 40 Hz y 10 kHz, relación de amplitud
sensibilidad de entrada:	4: 1, $P_a = 100$ W
impedancia de entrada:	-70 dB con referencia a $P_a = 100$ W en caso
impedancia de salida:	de entrada abierta (sin carga)
factor de amortiguamiento:	0,775 V con volumen máximo
resistencia de carga mínima:	100 k Ω
tensión de alimentación:	0,052 Ω (a 1 kHz)
consumo de corriente:	75 aprox.
corriente de reposo del	4 Ω
transistor de etapa final:	80 V simétrica (+40V, 0, -40V)
(montaje de clase AB)	máx. 2,25 A para $R_L = 4$ ohmios
	50 mA

Si con las sugerencias de los lectores tuviéramos que confeccionar un «retrato-robot» del amplificador que pretendemos presentar, el resultado sería el siguiente:

- Potencia de salida de 100 W como mínimo (el ser ambicioso no siempre es malo).
- Distorsión a 100 W inferior al 0,1% (incluso a 20 kHz).
- Gran ancho de banda.
- Protección interna contra posibles cortocircuitos (para la protección de los transistores de salida).
- Alimentación simétrica, lo que permitirá prescindir de los «enormes» condensadores electrolíticos en la etapa de salida.
- Sólo deben utilizarse componentes normalizados fácilmente conseguibles en el mercado.
- Montaje sencillo y facilidad de calibración.
- Gran calidad en la reproducción y alta fiabilidad.
- Precio de coste inversamente proporcional a la adición de las características exigidas, de forma que sea económicamente viable.
- Instrucciones de montaje tan completas como sea posible.

Algunos lectores pueden llegar a pensar que la tarea de construir un amplificador que satisfaga la mayoría (si no la totalidad) de las anteriores exigencias funcionales es prácticamente inaccesible. Pero un estudio profundo de estas características nos ha permitido llegar a la conclusión de que es técnicamente posible y que incluso el montaje puede alojarse en un receptáculo reducido.

El éxito de esta «misión imposible» se debe, en gran medida, al empleo de transistores Darlington modernos. La utilización de circuitos integrados «especiales y especializados» no es justificable cuando es posible conseguir los mismos resultados con transistores fáciles de encontrar en el mercado. Esperamos, con este montaje, dar respuesta a la pregunta que se plantean muchos de nuestros lectores: ¿Cuál de los amplificadores de Elektor hasta ahora presentados debo construirme?... ¡aquí tiene un amplificador de potencia económico, de buena calidad y de características funcionales muy aceptables!

El circuito

En la figura 1 se muestra el esquema de conjunto del amplificador. Con su referencia resulta fácil su descripción.

La entrada está constituida por un amplificador diferencial discreto, construido sobre la base de los transistores T1 y T2. Dicha etapa va seguida por otra excitadora basada en el transistor T4, cuyo colector está conectado al transistor T3. Este último actúa como un «diodo Zener ajustable» y establece el nivel de la corriente de reposo. Esta etapa excitadora, o de control, está seguida por una etapa de salida complementaria, constituida por los transistores Darlington T7 y T8. Una ventaja del empleo de una fuente de alimentación simétrica es que el punto medio entre T7 y T8 tiene el potencial nulo de masa, con lo que se evita la necesidad de un condensador electrolítico en la salida, antes del altavoz.

1

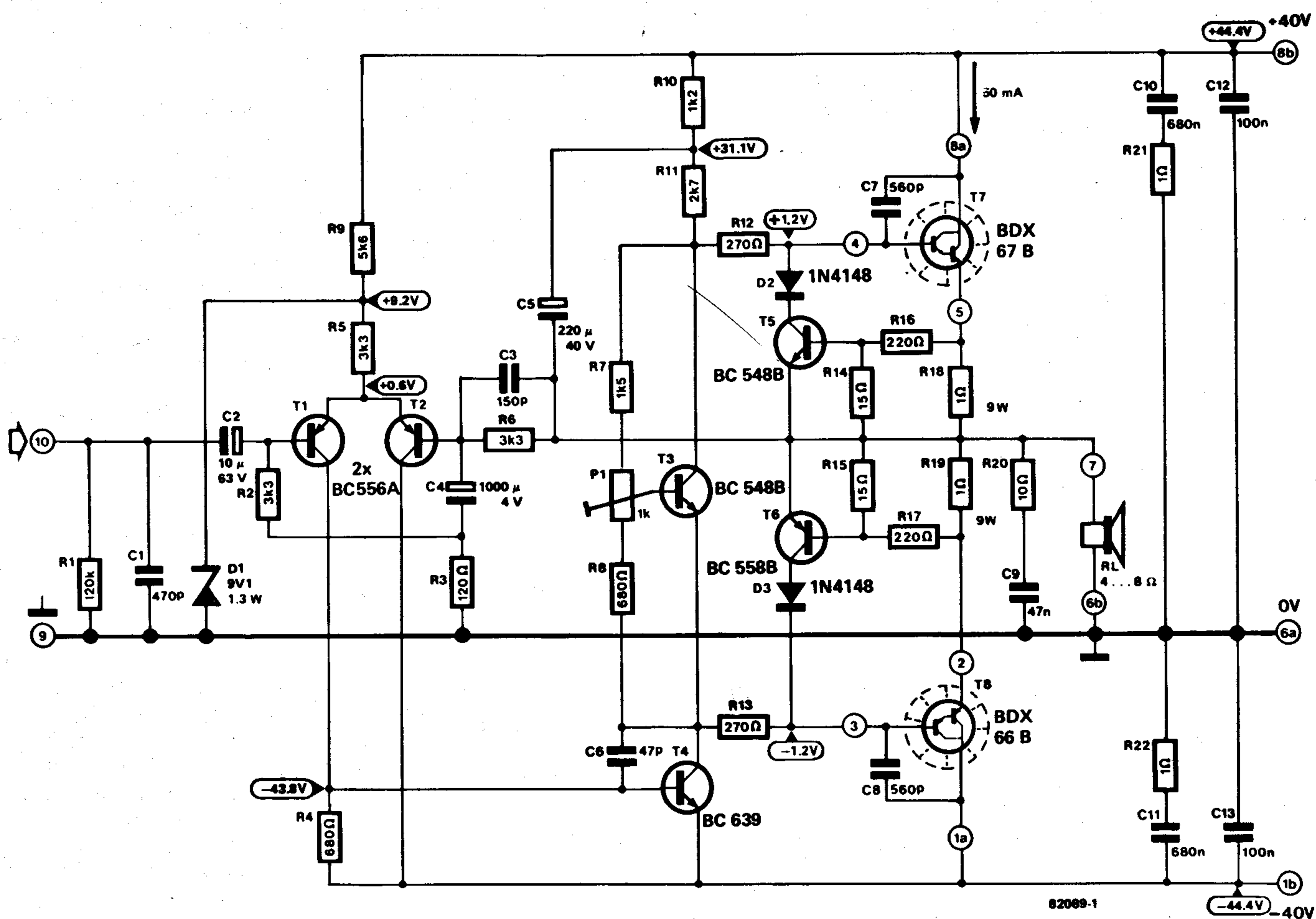
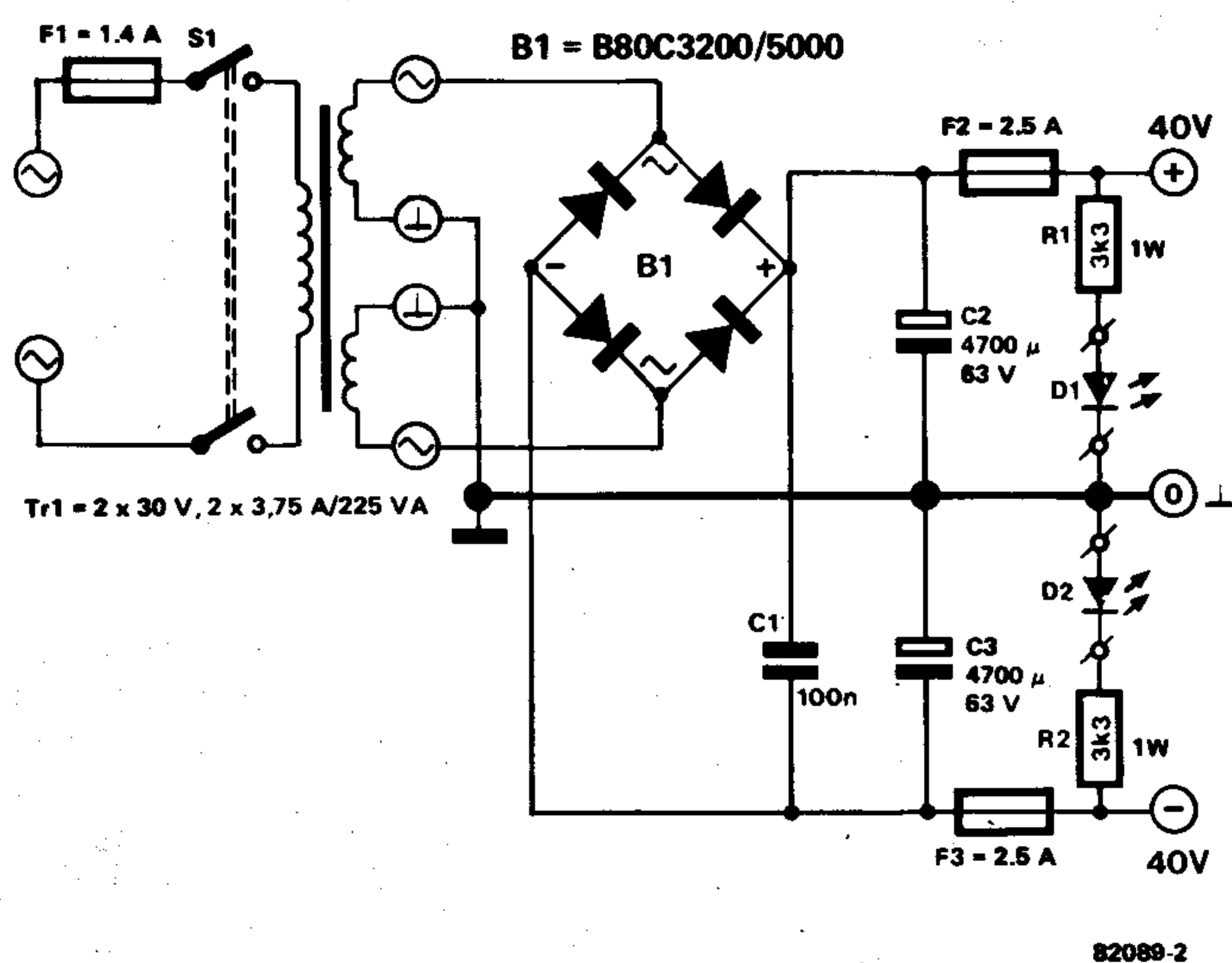


Figura 1. Esquema del amplificador. Un diseño perfeccionado permite conseguir una excelente capacidad de reproducción y un bajo factor de distorsión, incluso con potencia de salida elevada.

2



82089-2

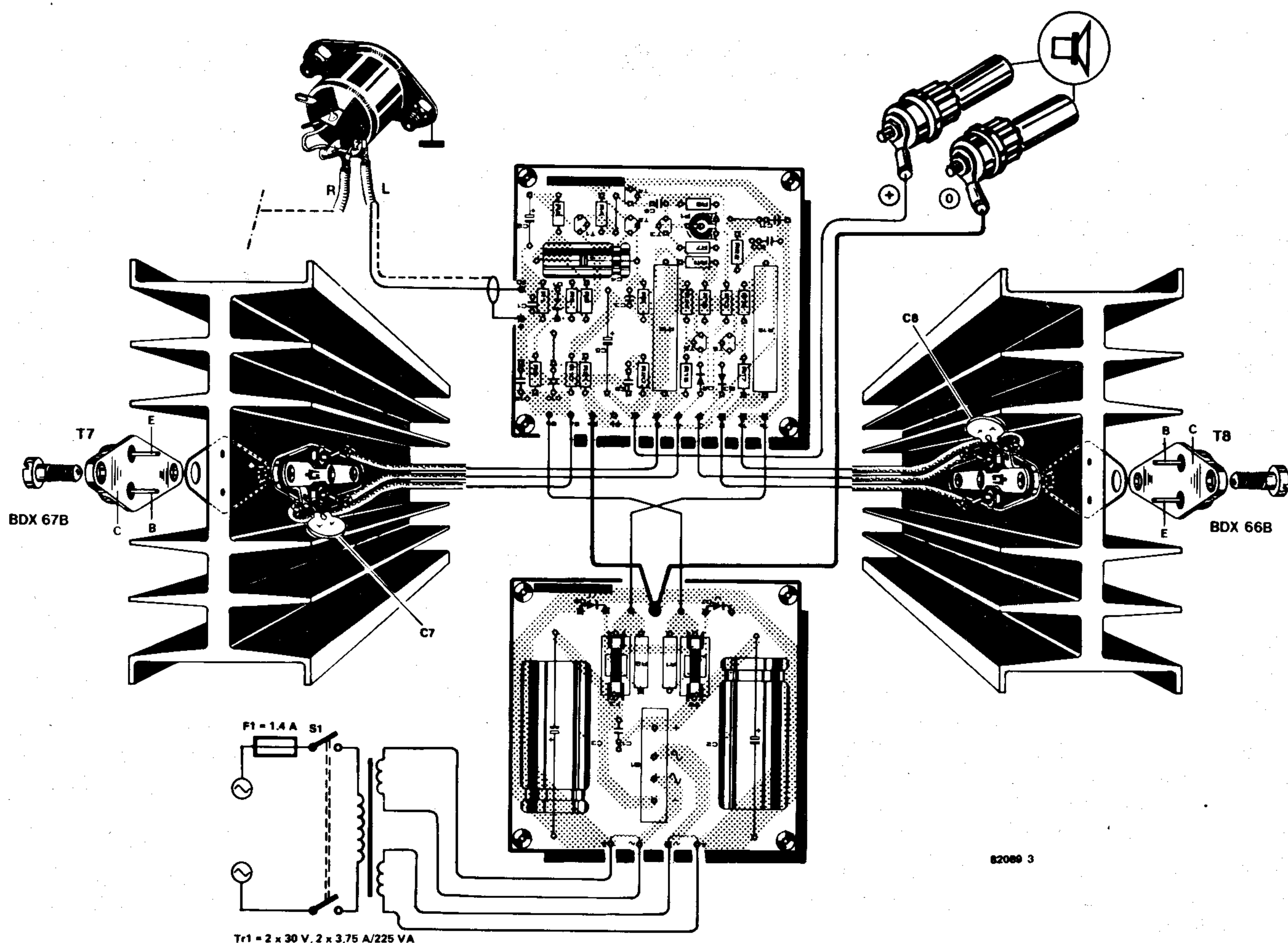
La entrada del amplificador, que se caracteriza por una impedancia de 100 kΩ, puede considerarse de impedancia relativamente alta. Las causas de esta alta impedancia son la elevación (artificial) de la impedancia (fenómeno «bootstrap») por la acción de la resistencia R2 sobre el condensador C4 y la propia alta impedancia de la entrada de T1. Se vuelve a encontrar en la base de T2, segunda entrada del amplificador diferencial, la señal reenviada desde la salida del amplificador a través de R6. Esta realimentación es eficaz tanto en tensión alterna como en tensión continua. La realimentación en tensión continua hace que se mantenga al potencial de masa la tensión continua existente en la salida. La contrarreactancia en tensión alterna, por sí misma, determina el factor de amplificación y se efectúa a través de R6, C4 y R3. Las magnitudes de las resistencias utilizadas en el esquema permiten conseguir una ganancia en tensión de:

$$U_{\text{salida}}/U_{\text{entrada}} = \frac{R3 + R6}{R3} = \frac{3420}{120} = 28,5$$

Figura 2. A condición de emplear un transformador de red de alta calidad, la fuente de alimentación con la disposición esquemática ilustrada cumplirá con todas las exigencias específicas y podrá suministrar una corriente de 2,5 A con una tensión de ± 40 V.

La etapa de excitación de T4 está conectada al colector de T1. Dicha etapa excitadora tiene varias funciones que realizar, como la de reforzar la señal amplificando la tensión

3,4



Tr1 = 2 x 30 V, 2 x 3,75 A/225 VA

82069 3

Figura 3. Una imagen dice más que mil palabras (viejo proverbio chino). He aquí cómo realizar el montaje de un transistor Darlington de potencia en su disipador de calor. No hay que olvidar la pasta termoconductora.

Figura 4. No hay nada mejor que un diagrama de cableado detallado para facilitar la construcción de un buen amplificador.

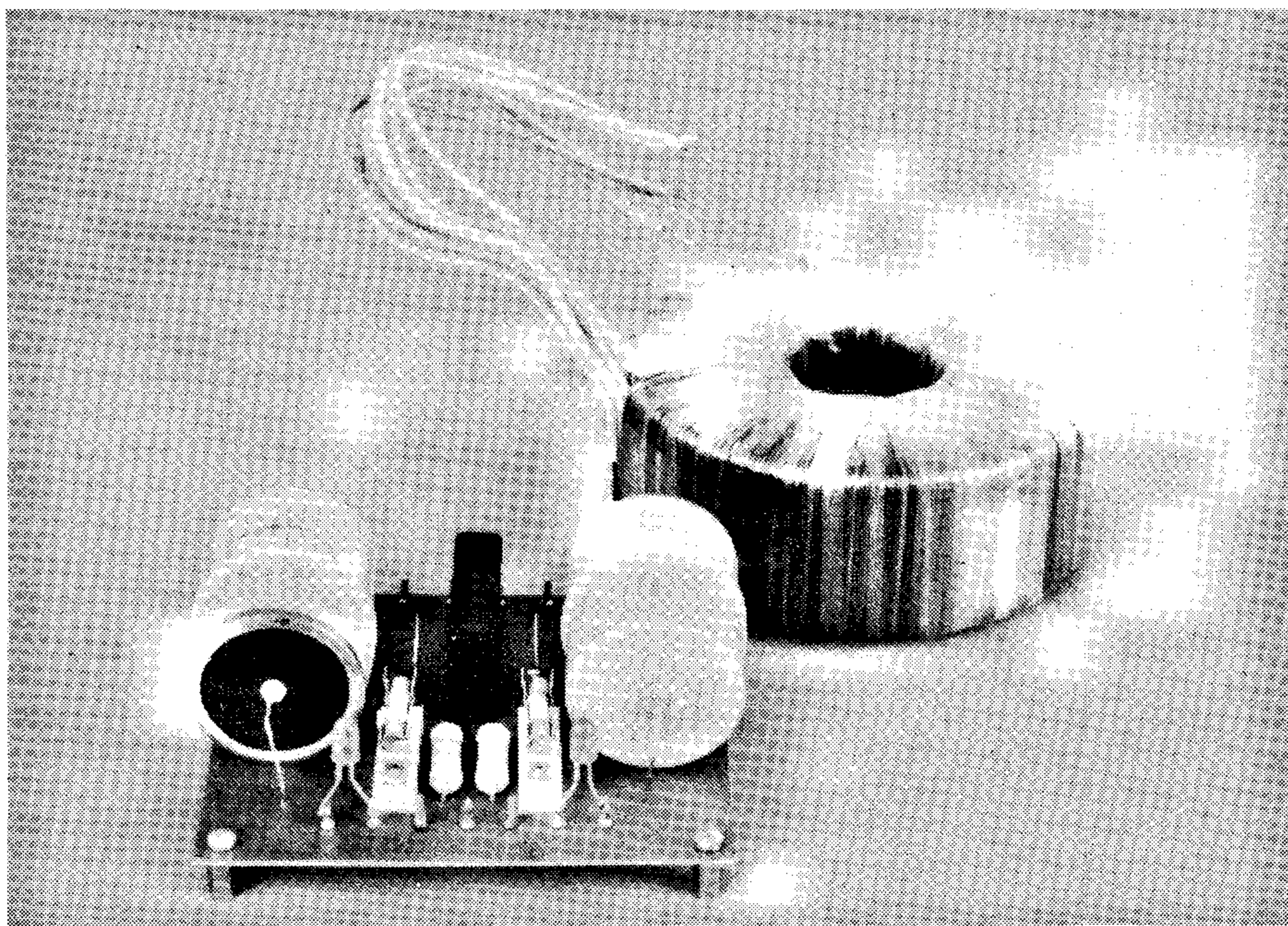
y la de ser capaz de suministrar una corriente de control suficiente (corriente de base) a los transistores de salida, T7 y T8. Como estos transistores Darlington, de alta ganancia en corriente, no precisan una corriente de base importante, la potencia de disipación del transistor T4 queda limitada y ello hace innecesaria toda refrigeración,

siendo superflua la adición de un disipador de calor. La corriente de reposo de la etapa final también viene determinada por la etapa de control, sobre todo por la tensión existente entre las conexiones de las bases de los transistores de la etapa final. Dicha tensión permite el paso de una corriente proporcional a la que circula a través de las

resistencias de emisor R18 y R19. El transistor T3 está intercalado en el circuito de colector de T4, posibilitando el ajuste correspondiente. El transistor T3 produce una caída de tensión estabilizada entre el colector y el emisor, la cual se puede ajustar al valor desado mediante el potenciómetro P1.

El condensador C5 permite aumentar la impedancia creada artificialmente en esta ocasión para aumentar la resistencia a la corriente alterna de R11, lo que, a su vez, incrementará la ganancia de la etapa excitadora.

Pasemos, ahora, a la etapa de salida que está constituida por los dos transistores Darlington, BDX 66 y BDX 67. Estos transistores son de construcción especialmente robusta; en la versión B, la tensión colector-emisor máxima admisible tiene un orden de magnitud de 100 V (alcanzando un máximo de 120 V para la versión C); al ser la corriente máxima de 16 A, la potencia disipada admisible puede alcanzar el valor de 150 W con tal de que se mantenga a 25°C la temperatura de la caja. Pero lo más interesante es que cuando la corriente de colector llega a ser de 10 A, el factor de amplificación (ganancia) de corriente continua está (contractualmente) garantizado que sobrepasa el sorprendente valor de 1.000. La tensión de saturación se hace de 2 V, como máximo, cuando la corriente es de 10 A. Una corriente de 5 A permite esperar que se consiga una ganancia en c. c. de 4.000, con una tensión de saturación entre



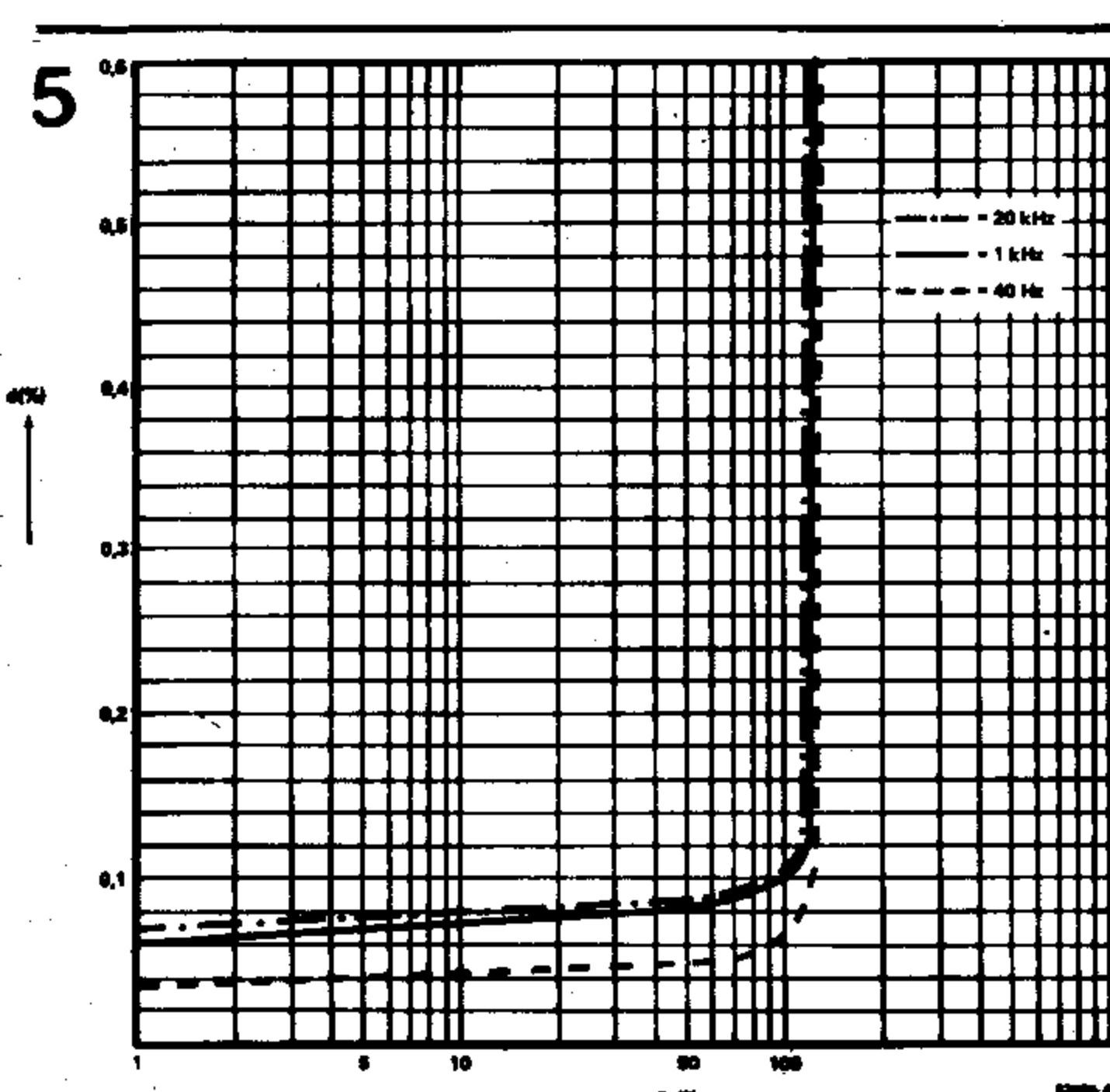


Figura 5. La representación gráfica ilustra el gran rendimiento del amplificador, con un porcentaje de distorsión inferior al 0,1% incluso a 20 kHz y 100 vatios.

0,4 y 0,8 V. Estas características hacen de BDX66 y del BDX67 unos componentes ideales para esta clase de circuitos de amplificación de potencia.

Un pequeño circuito de protección, que adopta la forma de un limitador de corriente, se ha incluido en el montaje, pues incluso los transistores de esta naturaleza tienen limitada su capacidad de carga. La etapa limitadora constituida por los transistores T5 y T6 se fundamenta en un principio muy sencillo: Tan pronto como la corriente de salida alcanza un valor tal que la caída de tensión en los bornes de las resistencias de emisor R18 y R19 controla la activación de los transistores T5 y T6, a través de los divisores de tensión constituidos respectivamente por R16/R14 y R17/R15, estos transistores impiden la prosecución del aumento de la corriente de salida, pues reducen la tensión base-emisor de los transistores Darlington.

En cuanto a los numerosos condensadores pequeños ¿para qué sirven? Cada uno desempeña una función importante. C1 limita el ancho de banda de entrada, lo que es conveniente según la opinión de cualquier entusiasta del audio. C3 limita la anchura de la banda de paso de la sección de amplificación. Las altas frecuencias sufren una realimentación más importante y la frecuencia de corte (-3 dB) sobrepasa los 100 kHz. Los condensadores C6, C7 y C8 son del tipo de «capacidades de Miller», cuya función es aumentar la estabilidad. Es la misma finalidad que tiene la red de salida constituida por la resistencia R20 y el condensador C9. Las dos combinaciones triples C10-R21-C12 y C11-R22-C13 están concebidas para efectuar el desacoplo de las altas frecuencias de las tensiones de alimentación. Como se puede constatar, no se han escatimado esfuerzos, incluso en el número de condensadores, para alejar todo riesgo de auto-oscilación del amplificador.

Características técnicas

Los «atributos» más notables de este amplificador de potencia son, por una parte, una concepción experimentada por el uso y, por otra parte, la robustez y la fiabilidad que proporciona. Ello significa que muy pocas dificultades deben plantearse en su construcción. Veamos, a continuación,

algunas de sus características, sin huir, por supuesto, de las desfavorables. Comencemos por la potencia. Con un poco de suerte, el amplificador proporcionará 120 W con una carga de 4 ohmios, pero, lamentablemente, el porcentaje de distorsión es del 1%. Se reducirá al 0,1% cuando la potencia sea de 100W, lo que debería bastar para los entusiastas de la alta fidelidad, cuyos oídos delicados son cada vez más solicitados por los fabricantes. Si la carga se hace de 8 ohmios, resulta posible conseguir una potencia de 70 W, valor que se sitúa a menos de 3 dB por debajo de lo que se haya podido obtener con 4 ohmios. Este valor es más que suficiente, incluso para cajas acústicas de una impedancia de 8 ohmios.

En la tabla 1 se da un resumen de las características técnicas del amplificador. Tal como se ilustra en la figura 5, el factor de distorsión se mantiene prácticamente constante en la gama completa de frecuencias desde 40 Hz a 20 kHz, siendo inferior a 0,1% en todo el intervalo. ¡Ahí es nada! El amplificador alcanza su rendimiento máximo (modulación completa) para una tensión de entrada de 0,775 V. La mayoría de los preamplificadores modernos suministran aproximadamente este nivel de salida. Si, por cualquier motivo, el preamplificador se caracterizara por un nivel de salida más elevado, será preciso proceder a una adaptación de los eslabones de la cadena, intercalando un potenciómetro ajustable de 10 k Ω entre el previo y el amplificador.

Las cajas acústicas deben ser capaces de soportar la potencia suministrada por el amplificador; si su impedancia es de 4 ohmios, es preciso que su potencia nominal sea de 120 W. Las cajas acústicas de 8 ohmios han de poder soportar 70 W, si se pretende conectarlas a este amplificador.

Resulta técnicamente posible sustituir una caja acústica de 120 W y una impedancia de 4 ohmios por dos cajas acústicas de 8 ohmios de impedancia capaces de admitir una potencia de 60 W cada una y conectarlas en paralelo.

La fuente de alimentación

Es algo exagerado afirmar que un amplificador de potencia es tan bueno como lo sea su fuente de alimentación. Pero tampoco es conveniente hacer caso omiso de este aspecto del montaje. Para nuestro amplificador se precisa una tensión de alimentación nominal de ± 40 V. La alimentación debe poder suministrar, a la tensión indicada, una corriente de unos 2,25 A., para permitir al amplificador proporcionar su potencia de 120 vatios. Si la potencia exigida desciende a 70 vatios (cajas acústicas de 8 ohmios), será suficiente una corriente de 1,1 A. Al no estar estabilizada la alimentación (por razones de coste y de sencillez de montaje), es preciso controlar que la tensión en vacío no aumente demasiado, pues los transistores del amplificador no soportan una tensión superior a 100 voltios. Para limitar al máximo los riesgos en caso de falta de carga, la alimentación se ha calculado de manera que la tensión no pueda sobrepasar el nivel de ± 46 V. Ello permite utilizar una alimentación de pequeña resistencia interna, pero esta ventaja sólo puede obtenerse con la ayuda de un transformador de alta

calidad. Este es el motivo por el que recomendamos el empleo de un transformador tórico que tiene varias ventajas sobre un transformador de chapas tradicional. Es importante que el transformador cumpla con las características citadas, pues constituye el factor determinante de los resultados finales. Si el transformador es de buena calidad, el resto de la fuente de alimentación no planteará problema alguno pues basta añadir un puente rectificador de capacidad suficiente (en tensión y en corriente) y condensadores electrolíticos que satisfagan las condiciones impuestas. En la figura 2 se ilustra lo anteriormente expuesto.

Para mayor seguridad se ha añadido un fusible en cada una de las líneas de salida del transformador... ¡En cualquier momento se puede efectuar una operación indebida y poner en peligro todo el circuito! Dichos fusibles constituyen un verdadero seguro de vida para el amplificador, ya que los circuitos limitadores de corriente en la etapa de salida no pueden garantizar una protección permanente contra los cortocircuitos, sino que permiten al amplificador sobrevivir hasta que se «sacrifiquen» los fusibles. No se tendrá dificultad en detectar la destrucción de un fusible gracias al apagado del LED de señalización correspondiente (D1 o D2). Destaquemos, de paso, que nada impide sobredimensionar un poco a los condensadores electrolíticos, tomándolos, por ejemplo, de una capacidad de 10.000 μ F.

Tal como se indicó anteriormente, la fuente de alimentación, sólo puede aplicarse a una sola etapa final, lo que significa que se precisarán dos si se desea construir un amplificador estéreo.

El montaje

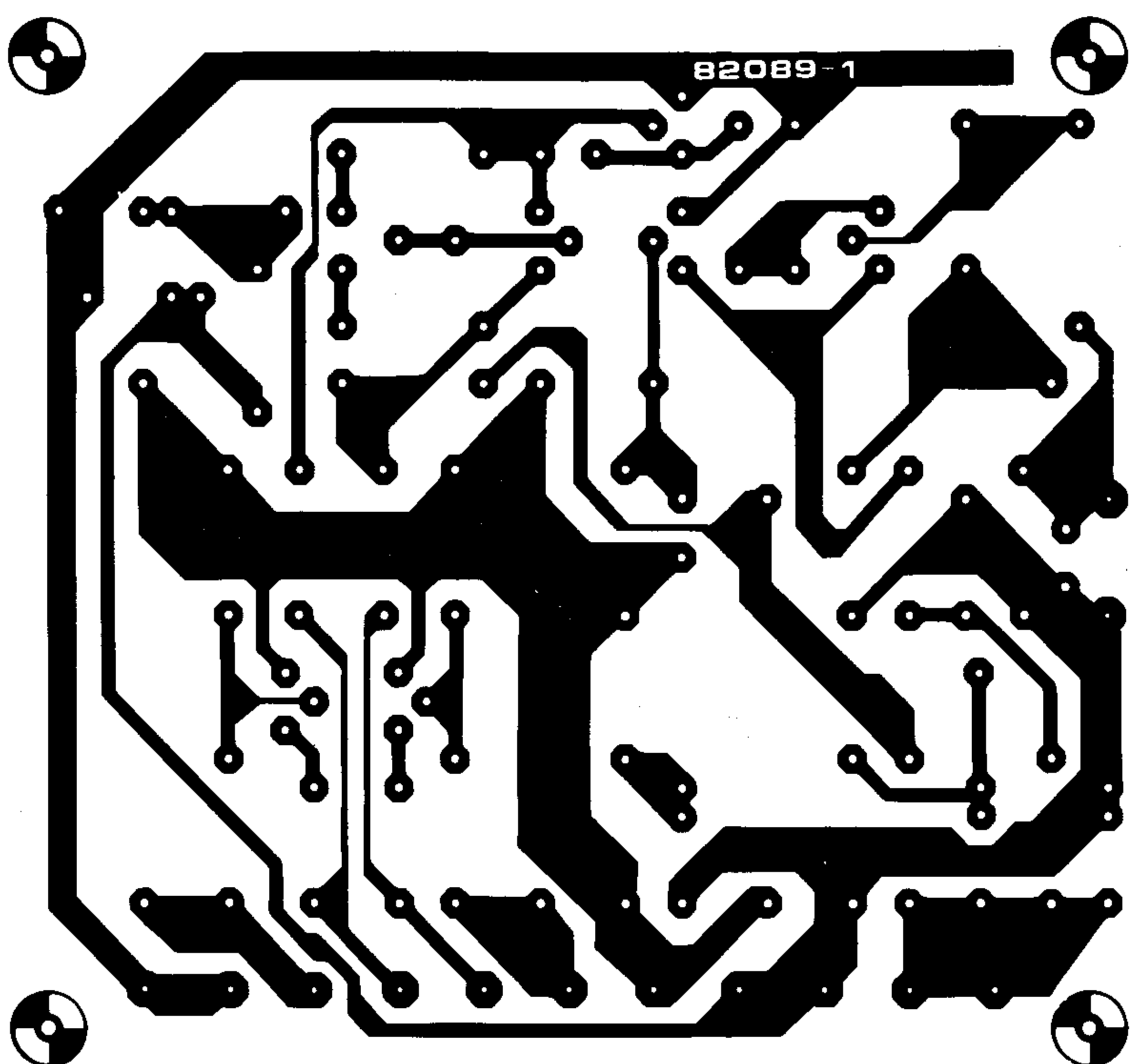
El primer paso en el espinoso camino de la construcción de un amplificador, es la disposición de un circuito impreso, tal como el ilustrado en la figura 6. Ha de tener presente que las «gruesas» resistencias de emisor, R18 y R19, no deben apoyarse en la placa, siendo preciso dejar un espacio mínimo de 5 mm para que la disipación de calor pueda realizarse sin dificultad.

Los transistores de salida, T7 y T8, así como los condensadores C7 y C8, se montan fuera de la placa. Como se indica en las figuras 3 y 4; cada transistor (T7 y T8) y su correspondiente condensador (C7 y C8), han de montarse, bien aislados, en su propio disipador de calor de 1,2°C/W (por ejemplo un SK84 negro de 100 mm de longitud).

Como alternativa, si se aplica pasta termoconductora a ambos lados de la arandela de mica, entonces, deben ser suficientes disipadores de calor de 1,8°C/W (del tipo SK03 negro de 100 mm de longitud). Vale la pena hacer notar que, cuando varios transistores están montados en un sólo disipador de calor, la resistencia térmica, debe dividirse por el número total de transistores. Por consiguiente, si T7 y T8 (con o sin pasta termoconductora) están instalados en el mismo disipador de calor, la resistencia térmica de este último, deberá ser de 0,6°C/W o de 0,9°C/W (con pasta termoconductora).

Las cajas y las conexiones de los transistores de potencia no deben, en ninguna cir-

6



Lista de componentes para el amplificador:

Resistencias:

R1 = 120 k
 R2, R5, R6 = 3k3
 R3 = 120 Ω
 R4, R8 = 680 Ω
 R7 = 1k5
 R9 = 5k6
 R10 = 1k2
 R11 = 2k7
 R12, R13 = 270 Ω
 R14, R15 = 15 Ω
 R16, R17 = 220 Ω
 R18, R19 = 1 Ω /9 W
 R20 = 10 Ω
 R21, R22 = 1 Ω
 P1 = ajustable 1 k

Condensadores:

C1 = 470 p
 C2 = 10 μ /63 V
 C3 = 150 p
 C4 = 1000 μ /4 V
 C5 = 220 μ /40 V
 C6 = 47 p
 C7, C8 = 560 p
 C9 = 47 n
 C10, C11 = 680 n
 C12, C13 = 100 n

Semiconductores:

T1, T2 = BC 556A
 T3, T5 = BC 547B
 T4 = BC 639
 T6 = BC 557B
 T7 = BDX 67B, BDX 67C
 T8 = BDX 66B, BDX 66C
 D1 = diodo zener 9V1/1,3W
 D2, D3 = 1N4148, 1N914, BAW 62

Varios:

2 radiadores de 1,2°C/W o de 1,8°C/W (ver texto) para TO3
 2 grupos de tornillería y separadores para los transistores de potencia.

de gran importancia para el éxito del montaje.

El cable y el zócalo de entrada deben montarse lo más lejos posible de los demás componentes y del cableado. Ello es necesario para reducir la posibilidad de una influencia recíproca o de un fenómeno de realimentación entre la salida y la entrada, lo que podría dar lugar a zumbidos. También se corre el riesgo de una contrarreactión entre las conexiones de 40 V y la entrada, si no es suficiente la distancia que separa estos dos puntos.

Cuando se quiere efectuar la conexión entre el transformador tórico y el circuito impreso, se comienza por encontrarse ante un rompecabezas. Si tomamos un transformador tórico, nos encontraremos con cuatro hilos en el secundario, por lo que deducimos que los secundarios están separados. ¿Cómo proceder en este caso? Es muy sencillo: hay que comenzar por conectar dos hilos que no pertenezcan al mismo secundario y luego, medir la tensión existente entre los otros dos hilos. Si la tensión alterna medida es de unos 60 voltios, el problema está resuelto pues los dos hilos que se han conectado entre sí habrán de conectarse al punto marcado con un símbolo de masa ($\perp$) en el circuito impreso. Si, por el contrario, la tensión medida no es de 60 voltios, sino que es bastante próxima a 0

Figura 6. Representación del circuito impreso y disposición de los componentes del amplificador de 100 W.

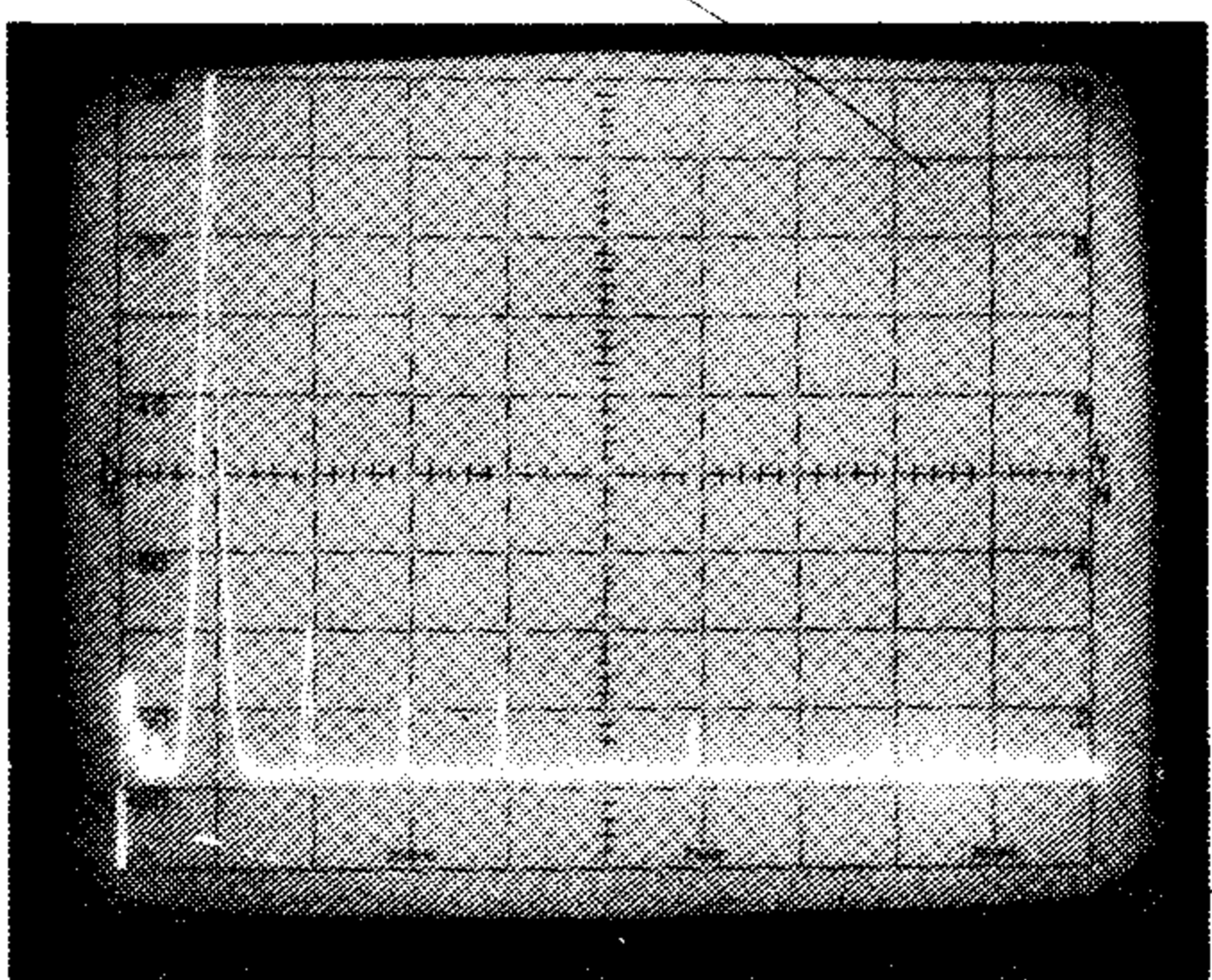
cunstancia, poder entrar en contacto galvánico con el disipador, pues daría lugar a un cortocircuito. Destaquemos, por otra parte, que la tensión del colector (40 V) está en la cápsula de los transistores y como dicha tensión no es totalmente inofensiva, ni para las personas ni para los animales domésticos, recomendamos que se instalen los conocidos capuchones protectores negros sobre las cápsulas de los transistores.

Cuando se conectan C7 y C8, como se indica en la figura 4, es preciso cerciorarse de que sus hilos de conexión están aislados (con vainas de plástico aislante). Las otras conexiones indicadas en esta misma figura deben hacerse con hilo, o cable; con una sección mínima de 0,5 mm² y han de mantenerse con una longitud lo menor posible,

pues no olvidemos que por ellas circula una corriente de algunos amperios.

Para efectuar la conexión de los recintos, existen dos posibilidades: utilizar zócalos DIN o los bloques de terminales elásticos japoneses para alta fidelidad. Estos últimos son recomendables para la salida. No obstante, hay que prestar atención a no invertir la polaridad (el rojo indica la salida activa y el negro la conexión a masa).

Ha de utilizarse cable de A.F. blindado para conectar el zócalo DIN de entrada a la placa de circuito impreso (ver figura 4), estando el propio blindaje conectado a la masa del circuito impreso. El punto más conveniente para conectar la masa del amplificador y la tierra de la caja es la conexión a masa del zócalo de entrada. Este punto es



Fotografía 1. Reproducción de la pantalla del analizador de espectro que permite observar cuáles son los armónicos contenidos en la distorsión. Ajuste: vertical 10 dB/división, horizontal 1 kHz/div., frecuencia de medida 1 kHz, potencia de salida de 90 W en 4 ohmios. La componente ocasional de los armónicos es de 0,04%.

Lista de componentes para la fuente de alimentación:

Resistencias:

R1, R2 = 3k3/1 W

Condensadores:

C1 = 100 n

C2, C3 = 4700 μ /63 V

Semiconductores:

D1, D2 = LED

B1 = puente rectificador B80C3200/5000

Fusibles:

F1 = 1,4 A (aprox.)

F2, F3 = 2,5 A (aprox.)

Varios:

transformador de red toroidal;

secundario 2 $\times$ 30 V, 2 $\times$ 3,75 A, 225 VA

2 porta-fusibles para circuito impreso

1 porta-fusible para panel frontal

S1 = interruptor bipolar de red

voltios, será preciso poner en contacto los otros dos hilos y volver a comenzar las medidas. Sin duda alguna, esta vez si se encontrarán los 60 V buscados.

Se recomienda encarecidamente fijar, con firmeza, los condensadores electrolíticos C2 y C3 a la caja por medio de bridas flexibles de plástico, con lo que evitará la rotura accidental de los hilos de conexión. Los hilos de conexión, entre la placa de circuito impreso y el terminal o zócalo del altavoz, se han de instalar a lo largo de las partes laterales de la caja y alejados de todos los demás elementos para disminuir las posibilidades de realimentación.

Calibración y puesta a punto

Es importante no utilizar el amplificador antes de haber ajustado P1.

El procedimiento es el siguiente:

Cerciorarse de que no hay nada conectado a la salida, cortocircuitar las entradas, extraer el fusible F2 de la alimentación y conectar un polímetro, en la función de amperímetro en la escala de 1 A, en los terminales del portafusibles (punta de prueba roja del polímetro al terminal del portafusibles conectado al condensador C2).

A continuación, llevar el cursor del potenciómetro ajustable P1 a su posición máxima en el sentido contrario a las agujas del

7

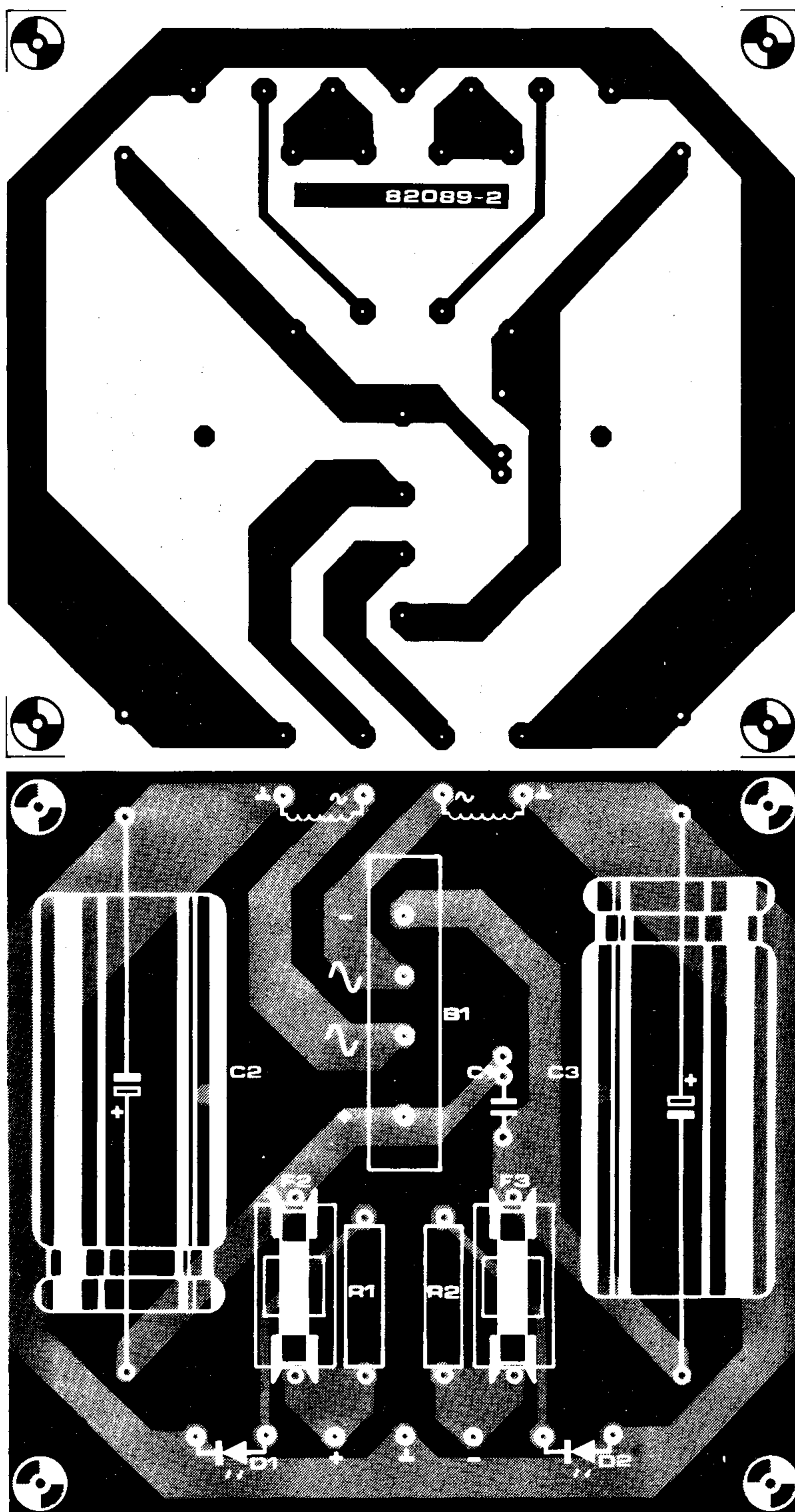


Figura 7. Representación del circuito impreso de la fuente de alimentación y disposición de sus componentes.

reloj. Después de haber comprobado, una vez más, las conexiones de los componentes y su ubicación correcta, puede insertarse el enchufe en la toma de la red. Transcurridos unos instantes, la aguja del polímetro no debe estar muy alejada del cero. De no ser así, desenchufar de la red pues debe existir un defecto de construcción. Si el consumo de corriente es correcto (del orden de unos miliamperios), se podrá pasar el aparato de medida a la escala de 100 mA y actuar sobre P1 para conseguir un ajuste de la intensidad de corriente a 80 mA. La corriente de reposo que circula a través de los transistores de la última etapa de salida es del orden de magnitud de 50 mA. En este punto, es preciso dejar el amplificador conectado durante un cierto tiempo para que se caldee y

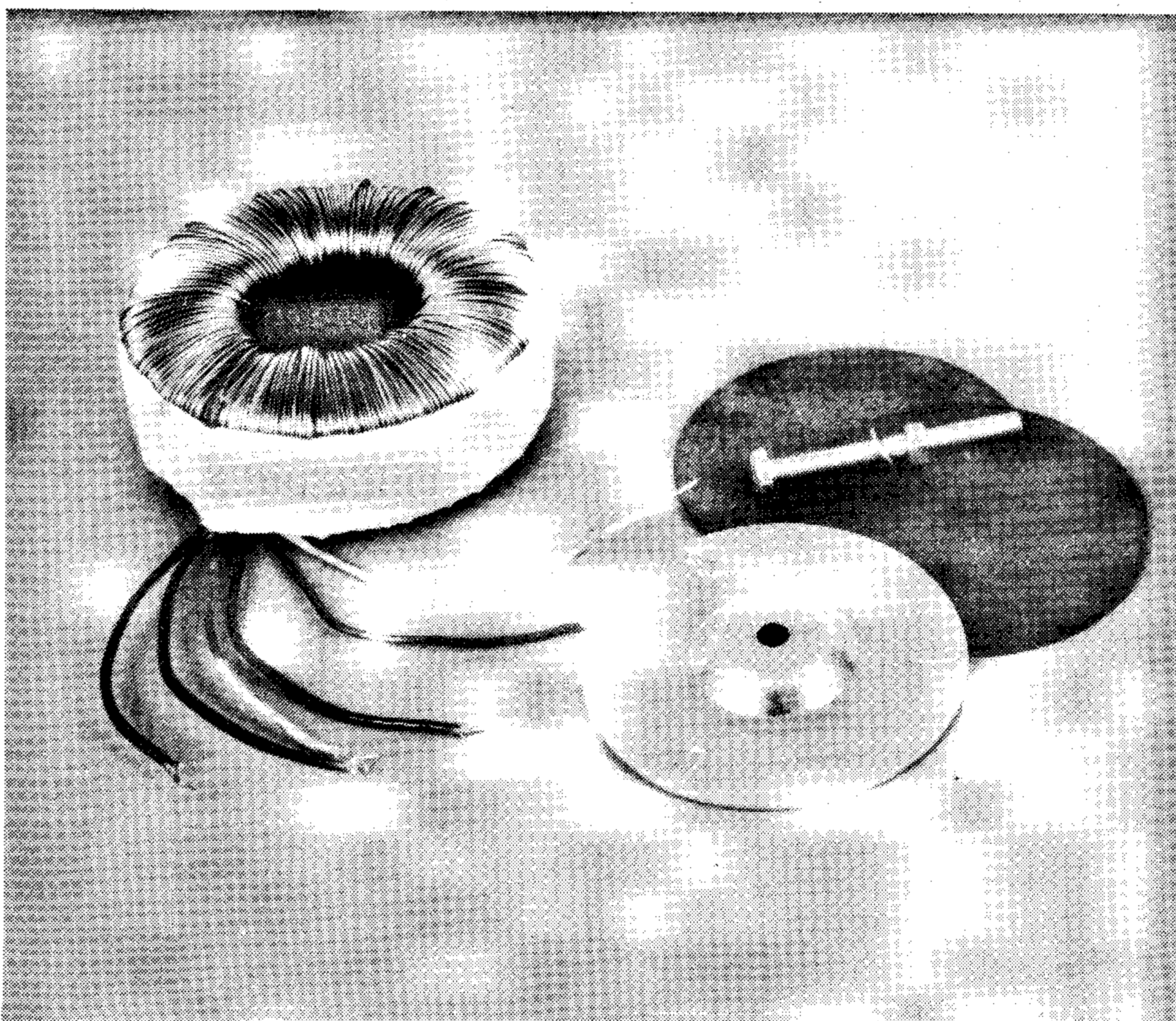
sea posible un ajuste fino, si ello fuera necesario. Una vez conseguido el ajuste definitivo, es conveniente bloquear el accionamiento del potenciómetro vertiendo unas gotas de laca para uñas.

Al haber terminado la puesta a punto del amplificador, sólo resta colocar el fusible en su lugar (después de haber desconectado la alimentación). Si se planteara algún problema con la puesta a punto, se puede localizar fácilmente la anomalía comparando las lecturas de la tensión en el circuito real con las que se indican como valores normales en el diagrama circuital. Estos últimos valores, corresponden a un prototipo cuya calibración se obtuvo con las entradas cortocircuitadas y el circuito conectado a un recinto acústico.

los transformadores toroidales

... ¡lidiados en la maestranza electrónica!

A diferencia de sus casi homónimos de la fiesta nacional, los transformadores «toro...idales» no poseen esas tan características protuberancias frontales, si bien, comparten su «redondez». Estos componentes permiten construir alimentaciones muy compactas y disponen de unas características eléctricas netamente ventajosas respecto a los transformadores convencionales... aunque, volviendo a la semejanza inicial, la eficacia, al igual que la «bravura», se pagan en moneda de curso legal.



Para empezar, tenemos que referirnos necesariamente a la «división de opiniones»... ¡No hay un acuerdo pleno!: los de «sol» opinan que toroidal, mientras que los de «sombra» prefieren el calificativo de «tórico». Para que la fiesta transcurra en paz no vamos a dilucidar si es «una oreja» o «las dos y el rabo»... utilizaremos indistintamente ambos calificativos. Aclarada la cuestión podemos ver ya cómo discurre la lidia.

Un transformador tórico consta de un núcleo toroidal, de hierro blanco relativamente rígido, sobre en qué se han bobinado un determinado número de espiras de hilo de cobre... ¡más simple imposible!

El devanado se extiende sobre toda la longitud del núcleo (¡... que no del ruedo!), lo que aporta una superficie suficiente para evacuar el calor sin excesivos problemas; de ahí que la temperatura del transformador suela mantenerse dentro de un margen aceptable. Como bien saben los aficionados, los núcleos toroidales se adaptan perfectamente a los fenómenos magnéticos. Así pues, no debe resultar sorprendente el hecho de que los transformadores toroidales posean un campo magnético ordenado y produzcan una radiación parásita muy débil.

La longitud del hilo de cobre que permite la obtención de un determinado número de espiras, es inferior para un transformador tórico que para su equivalente convencional. Menor longitud significa no sólo economía, sino también menor resistencia óhmica y, con ello, menores pérdidas caloríficas (¡a saber: «sombra» para los toroidales y tendido de «sol» para los clásicos!).

El núcleo está desprovisto de aristas y de entre-hierros. El material que lo constituye es, como ya se ha indicado, un toroide de hierro al silicio con la estructura atómica correctamente orientada... ¡desde luego, esta perfección nos la van a cobrar al adquirir el transformador!

Otra ventaja de este tipo de transformadores se concreta en la ausencia de ruido que los caracteriza: el bobinado de las espiras es muy compacto y ceñido al núcleo, por lo que en definitiva actúa a modo de blindaje que proporciona una ausencia casi total de zumbido.

La gama de potencias estandarizadas de los transformadores tóricos, cuyo primario se conectará a la red de distribución eléctrica de 50 Hz, depende de la ganadería (¡bueno... queríamos decir del fabricante!), si bien, normalmente, suelen estar comprendidas entre 15 y 680 VA. Existen también algunos tipos de transformadores especiales cuya potencia puede llegar hasta los 5.000 VA.

La mayor parte de los transformadores toroidales poseen dos devanados secundarios que pueden entregar tensiones comprendidas entre 6 y 60 V (por supuesto, según el tipo elegido). El montaje del transformador en una caja se ve facilitado enormemente por la presencia de un sombrero metálico circular, cuya forma está adaptada a la del transformador. Así pues, basta sólo con introducir un tornillo a través del orificio central del sombrero y fijar la correspondiente tuerca sobre el lado contrario del panel.

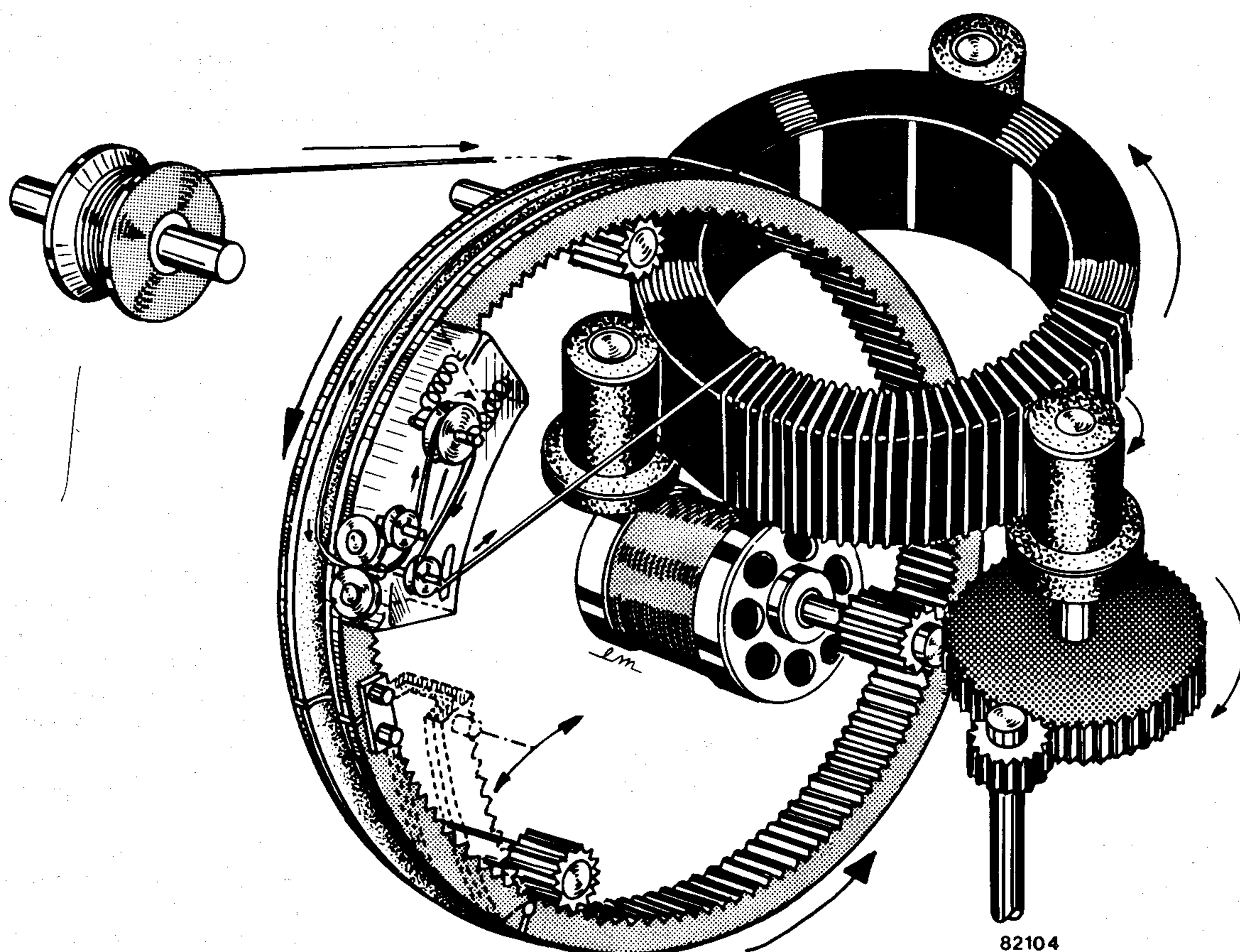


Figura 1. Ilustración del método de bobinado de los transformadores toroidales. Una vez cargada con el hilo de cobre, se hace girar a la bobinadora en el sentido inverso con el fin de que el hilo se deposite alrededor del núcleo del transformador. Cada vuelta de la bobinadora crea una espira en el núcleo.

¿Cómo se construyen los bobinados de un transformador toroidal?

Deje por un instante la lectura y atienda a la «cartelera»: la figura 5 contiene la respuesta... ¡simple! ¿no lo cree así?

A través del núcleo (en forma de toroide) se introduce un dispositivo bobinador (algo semejante a una rueda de bicicleta, pero más simple... ¡sin eje ni radios!) que tiene la particular propiedad de poseer una pequeña sección articulada. En primer lugar se empieza por colocar en la bobinadora la longitud de hilo de cobre necesaria para construir el transformador. A continuación se fija en el núcleo uno de los extremos del hilo y se hace girar a la bobinadora en el sentido contrario. Como pueden imaginar fácilmente, observando la figura, cada vuelta del dispositivo bobinador deposita una espira sobre el núcleo del futuro transformador.

Un sistema especial que no hemos incluido en el «cartel» para no complicarlo más de lo necesario, controla la correcta tensión del hilo con objeto de que el bobinado sea lo más compacto posible.

¿Qué ventajas ofrecen?

En primer lugar «el peso». Un transformador toroidal no pesa más de la mitad que un

transformador convencional de las mismas características; en algunos casos extremos, se llega a ganar incluso los 2/3 del peso. Y quien dice peso dice también volumen si la densidad es la misma. Un transformador toroidal se contenta con un tercio del volumen de su homólogo de tipo ordinario.

Las pérdidas en el entre-hierro de un toroidal se reducen en un 90% respecto a las de su primo «vulgaris». Esta mejora es también sensible en lo que concierne al campo magnético radiado; la diferencia es particularmente sensible en el funcionamiento en vacío. En efecto, la mayor radiación de los transformadores clásicos se manifiesta en este modo de funcionamiento, mientras que, por el contrario, los transformadores toroidales emiten en estas condiciones su mínima radiación parásita. A medida que la carga aumenta, la radiación de un transformador convencional disminuye, mientras que para el tórico aumenta; no obstante, el valor del campo originado por éste último permanece —a la potencia nominal— en un nivel netamente inferior al que corresponde a un transformador «a la antigua usanza».

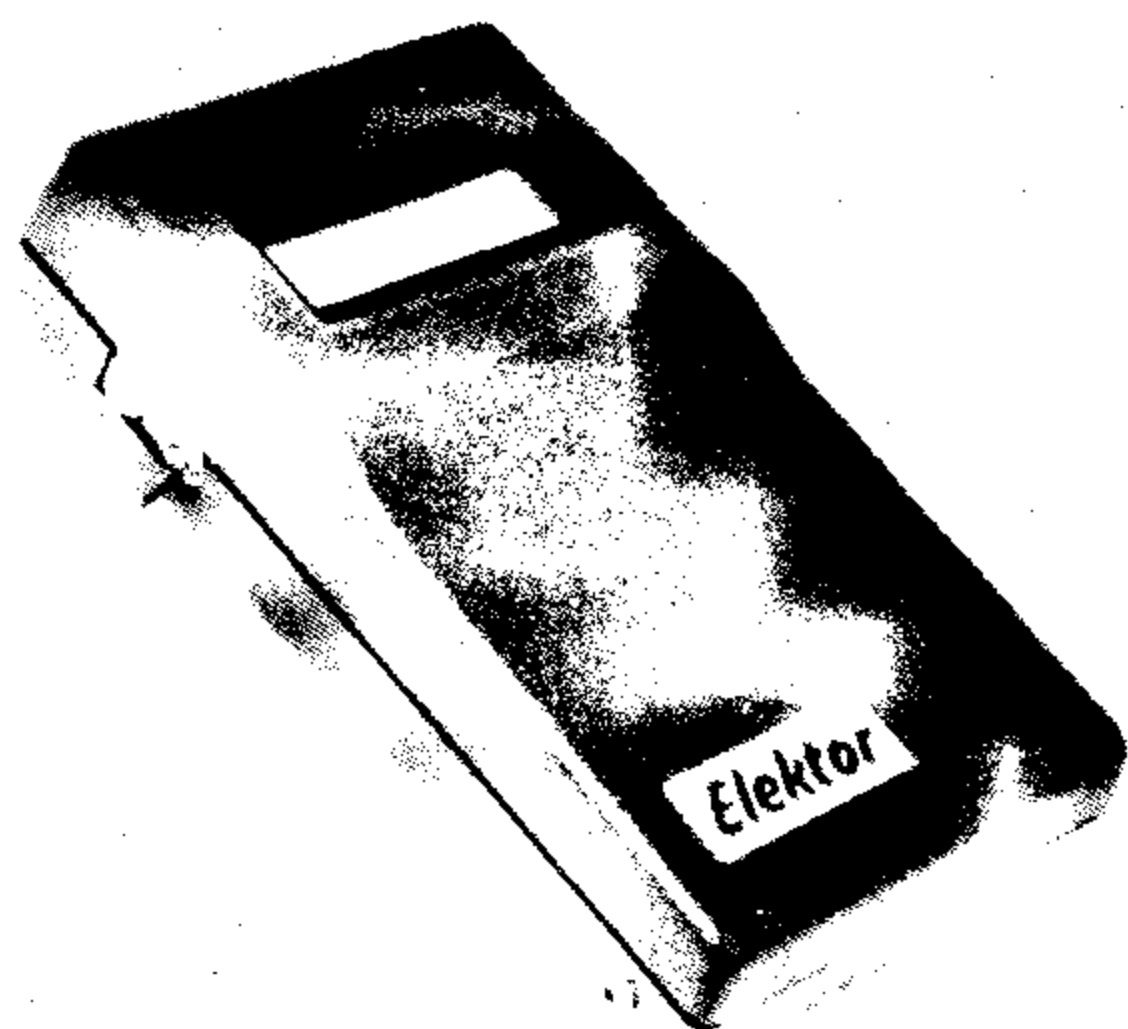
Un punto a subrayar: la mínima radiación en el funcionamiento en vacío es una característica particularmente apreciada, sobre todo en los equipos de audio... ¿Alguien se deleita percibiendo el zumbido con el «obsequian» a nuestros oídos algunos amplificadores?

Hemos llegado a uno de los temas clave: el

precio. Por el momento, este nuevo tipo de transformadores es siempre bastante más caro dentro de la categoría de potencias inferiores a 200 VA. Sin embargo, no ocurre lo mismo con los de la gama comprendida entre 200 y 500 VA; los transformadores toroidales suelen ser en este caso más económicos que sus equivalentes tradicionales... aun a pesar de que el fiel de la balanza se decanta siempre hacia éstos últimos (su peso está comprendido entre 4 y 10 kg) ¡No cabe duda de que el kilo de toro(idal) sigue estando cotizado!

Antes de terminar nos queda por añadir un último comentario: el material de alta calidad del núcleo origina una corriente de cierre brutal, más importante que la asociada a los transformadores convencionales. Por este motivo, es necesario utilizar un fusible lento en el primario, fusible cuyo valor será de un 50 a un 100% superior al que se utilizaría para su equivalente ordinario.

Confiamos en que después de la lectura de estas dos páginas, el «respetable» sabrá distinguir perfectamente entre ruedos y núcleos, toros y toroides...



Lo fascinante de la Electrónica es que, a cada momento, nos ofrece novedades que son más atractivas que las que tenía su diseño original. Así, Thurlby Electronics nos sorprende con un frecuencímetro modular a cristal líquido (de 4 3/4 dígitos) de referencia FM77T. Se trata de un instrumento de bolsillo de 60 mm. de longitud, 38 mm. de ancho y 10 mm. de espesor. En el interior de su caja de plástico moldeado, de aspecto profesional, se aloja un C.I. CMOS tipo LSI (un contador muy especial ciertamente) y un oscilador a cristal, cuya frecuencia nominal es de 6,5536 MHz. Este conjunto es capaz de medir, «tal cual», sin ningún componente exterior, una frecuencia desde 100 Hz hasta 4 MHz.

frecuencímetro a cristal líquido

No es descabellado afirmar que ponemos los 35 MHz al alcance de su «bolsillo», no sólo por su bajo coste, sino por las dimensiones del aparato. Por supuesto, las buenas cualidades de un instrumento electrónico de medida no son necesariamente proporcionales a su tamaño (¡aunque lo contrario sí suele ser cierto!).

El que sea de tamaño de bolsillo no impide unas prestaciones muy dignas de consideración. Dispone de dos escalas conmutadas: la primera hasta 4 MHz para medidas en sistemas micro-ordenadores y la segunda hasta 35 MHz para su aplicación en el campo de los transceptores de banda ciudadana (CB = Citizens Band) y de onda corta. Dispondremos, pues, de un instrumento de bolsillo de aspecto y calidad profesionales.

Tabla 1

Sensibilidad:

Gama	Valor eficaz
100 kHz... 20 MHz	80 mV
20 MHz... 30 MHz	150 mV
30 MHz... 35 MHz	450 mV
35 MHz... 40 MHz	900 mV

Características del módulo frecuencímetro FM77T.

Y en este punto entramos nosotros, con el espíritu clásico de Elektor de perfeccionar el diseño original. Hemos conseguido, con nuestra versión, que se alcancen los 35 MHz, gracias a un módulo divisor de nuestra propia concepción. ¡Pero esto no es todo! En un próximo número, publicaremos una versión de «gran categoría» que, según nuestras pruebas, funciona hasta 120 MHz (¡y seguiremos aspirando a más!). Más adelante, se presentará un módulo capacímetro digital. Todavía hay más proyectos en cartera pero, por ahora, los mantendremos en reserva.

El módulo contador

Puesto que la parte fundamental del contador radica en el módulo de conteo FM77T, es interesante examinarlo un poco más a fondo. Además de ser un contador de 4 MHz, también puede servir, asociado a un receptor, para la búsqueda de emisoras. Posibilita la visualización de la frecuencia recibida midiendo la frecuencia del oscilador local del receptor.

El display propiamente dicho, con sus 4 3/4 dígitos a cristal líquido, dispone también de medios de selección de los tres puntos (comas) decimales, junto con los símbolos de unidades kHz, MHz y LW, en el extremo derecho de la visualización. Para las distintas configuraciones del display hay conexiones adecuadas a efectuar según las necesidades. Entre estas últimas hay dos particularmente importantes que reaccionan a la aplicación de un potencial positivo (el de la alimentación): una produce el enclavamiento de la indicación y la otra es una entrada de reposición ('reset') que pone a cero la visualización.

La magnitud máxima que se visualiza es 39999 pero el contador no se detendrá y volverá a contar a partir de cero, ignorando los 39999 impulsos anteriores. En este caso, la lectura correcta será la presentada más 40.000; esto es, para una frecuencia medida de 5,9 MHz, el frecuencímetro no indicará 59 000 sino 19 000. La tensión de alimentación del módulo debe estar comprendida entre 4,75 y 7 V., con un con-

sumo espectacularmente pequeño de 1 mA. Hay que advertir, en este punto, que es preciso prestar la máxima atención al aplicar la alimentación pues una conexión incorrecta puede dar lugar a «desgracias» irreparables.

El frecuencímetro básico

Ya dijimos anteriormente que el primer paso nos conduciría desde el módulo «desnudo» al frecuencímetro de bolsillo de dos escalas: 4 MHz y 35 MHz. En la tabla 1 se indican las características técnicas, que son muy buenas sobre todo si se toma en consideración el coste total del dispositivo. Pro-

¡35 MHz al alcance de la mano!

bablemente lo más notable sea que el nivel de entrada puede ser cualquiera entre 30 mV y 50 V sin temor a deteriorar el aparato. Por el contrario, ha de admitirse, como algo decepcionante, que a partir de 35 MHz la sensibilidad disminuya considerablemente.

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques, ilustrado en la figura 1, es un modelo de sencillez e indica, a grandes rasgos, la estructura interna del circuito contador. El amplificador de entrada va seguido por un disparador de Schmitt para la conformación de los impulsos y por un divisor por diez que extiende, en la misma magnitud, los límites del campo de medida.

Cuando dicho divisor por 10 está «cortocircuitado» por el conmutador correspondiente, se obtiene un conteo máximo de 3999,9 kHz sin división alguna. Un circuito lógico (representado en la parte inferior del diagrama de bloques) proporciona la conmutación de la posición y del encendido del punto decimal, así como de los símbolos de kHz y de MHz.

El circuito

Como puede constatarse por el diagrama del circuito de la figura 2, se necesitan muy pocos componentes. En este esquema, el módulo contador sólo está representado por la patilla 14. Después del condensador de entrada está el circuito limitador constituido por R1 y por dos diodos D1 y D2 en montaje anti-paralelo. Su función es limitar la tensión de la señal aplicada a la puerta del transistor de efecto de campo T1 a un máximo de $\pm 0,7$ V. La protección, proporcionada de esta manera, es eficaz hasta tensiones de 50 V (que es el máximo absoluto). T1 y T2 constituyen un «super seguidor de fuente», que permite obtener las tensiones a medir a alta impedancia pero sin atacar el circuito TTL más que con baja impedancia, para lo cual convierte la alta impedancia de entrada (1 M Ω) en unos 220 ohmios para el amplificador N1 (se trata, pues, de un convertidor de impedancias). Hasta ahora, no se ha habla-

1

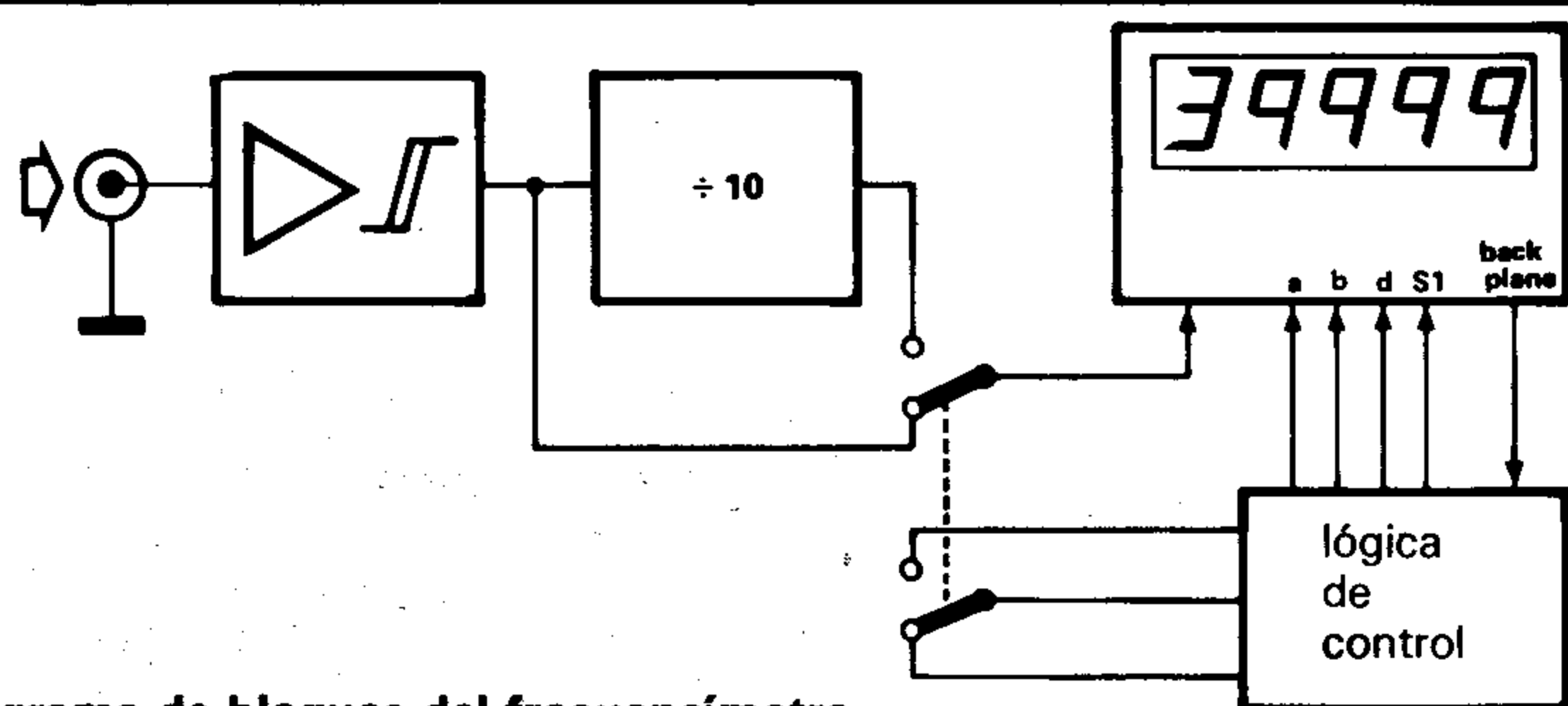


Figura 1. Diagrama de bloques del frecuencímetro.

do para nada de amplificación de la señal objeto de medida, pues dicha función no tiene lugar hasta la etapa siguiente, en el circuito basado en N1 con su resistencia de realimentación R5.

Dicha puerta se comporta también como amplificador analógico. A continuación se tiene un disparador Schmitt, constituido sobre la base de N2 y N3, con las resistencias R6 y R7, cuya función es conformar la señal aplicada al contador.

IC3 es un circuito integrado de la familia TTL, en versión de integración a gran escala, de reconocida aptitud para dividir por 10 la señal que se le aplica. Este componente integrado se conmuta a dentro o fuera del circuito, dependiendo de la posición de S1, con lo que la señal extraída de la patilla 6 de N3 se aplica directamente a C7 y luego al módulo integrado (patilla 14) o bien primero al divisor a través del terminal 10 (74LS196), desde donde vuelve a salir por

la patilla 12. Es así como se efectúa la conmutación desde 4 MHz a 35 MHz.

Las puertas restantes N4...N7 (OR exclusiva) constituyen un circuito codificador simple que, según la posición de S1a, produce el encendido del punto decimal y del símbolo de la unidad correspondiente (MHz o kHz).

Queda por describir la alimentación que, en comparación con otras partes de este circuito, parece casi complicada, puesto que hay cuatro opciones posibles de suministro de corriente. En lo que respecta a la estabilización, nada mejor que un regulador 78L05, pues ha de tenerse un consumo inferior a 30 mA con el contador completo. La tensión de 9 V que se le suministra, en condiciones normales, procede de una pila de 9 V compacta, instalada en la caja del frecuencímetro y que proporcionará seis horas de funcionamiento continuo. Si se renuncia a las demás posibilidades que vamos

a describir, se podrá conectar la pila directamente a S2 y omitir los componentes auxiliares. La resistencia R9 sólo se utiliza en el modo de funcionamiento a pilas/red. En el modo de conexión a la red, un transformador con un secundario de 8 ... 12 V se conectará al rectificador D3 ... D6. Tan pronto como el transformador suministra corriente, la pila queda «bloqueada» por intermedio del diodo D7. La resistencia R9 sólo es necesaria cuando la pila de 9 V se sustituye por un acumulador de níquel-cadmio.

Permite, entonces, que circule una corriente de carga de unos 20 mA hacia el acumulador, cuando se alimenta el contador con una fuente de 8 a 12 V c. a. Según la tensión suministrada por el transformador, será preciso adaptar el valor óhmico de R9 de modo que la corriente de carga sea del orden de 1/10 de la capacidad normal del acumulador. Debe calcularse, pues, para proporcionar una corriente de carga de 20 a 25 mA cuando se descarga dicho acumulador. La resistencia R8 actúa como una resistencia limitadora para impedir una disipación excesiva en el regulador. La opción final es una fuente de alimentación de c.c. exterior, que será objeto de descripción detallada en un próximo artículo.

Realización del montaje

Antes de introducirlo en su caja, ha de efectuarse una comprobación en la mesa de tra-

2

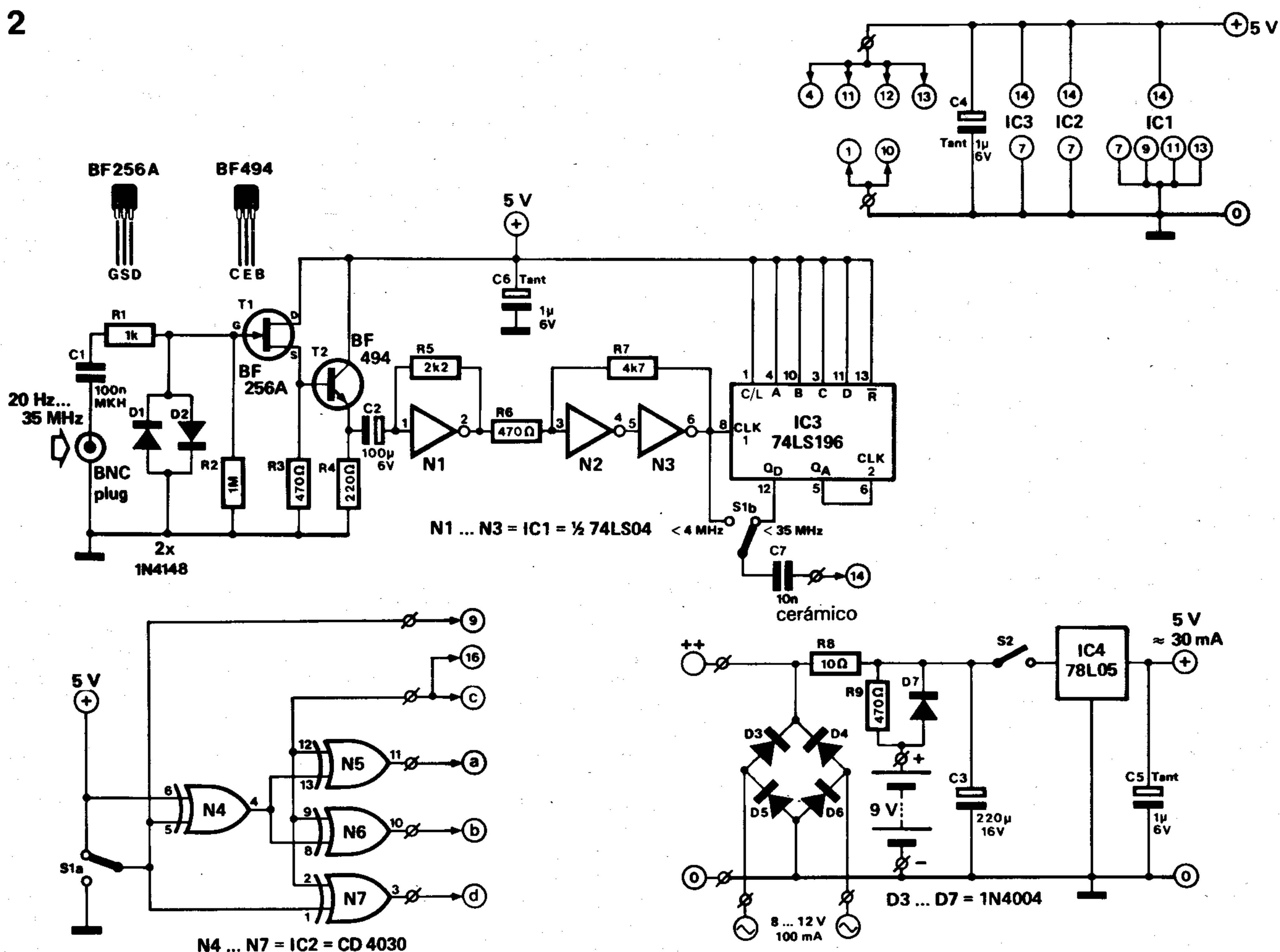


Figura 2. El gran rendimiento del frecuencímetro no está en proporción con la sencillez del circuito. Los números rodeados por un círculo corresponden a los terminales de conexión del módulo contador integrado, representado en la figura 3.

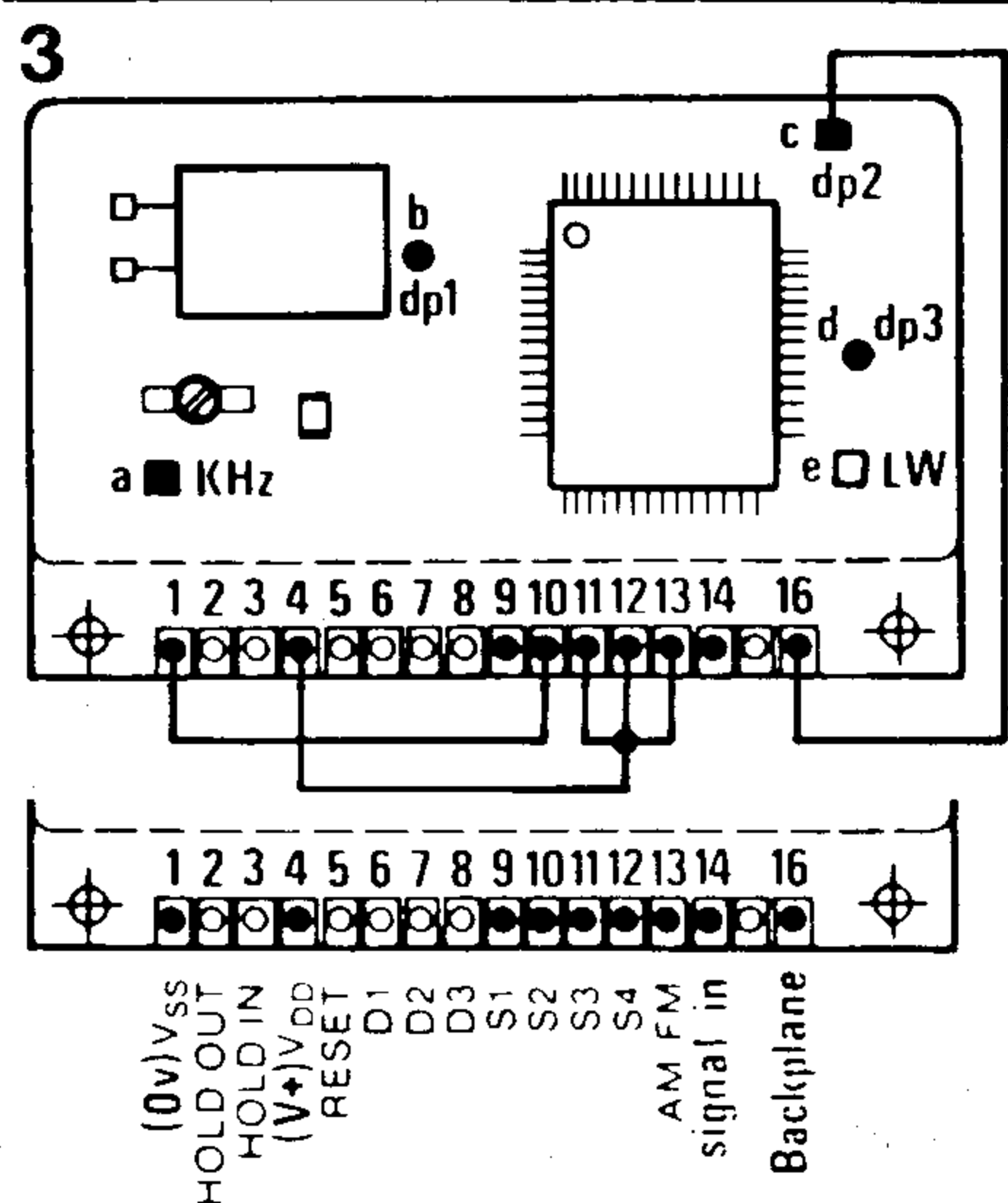
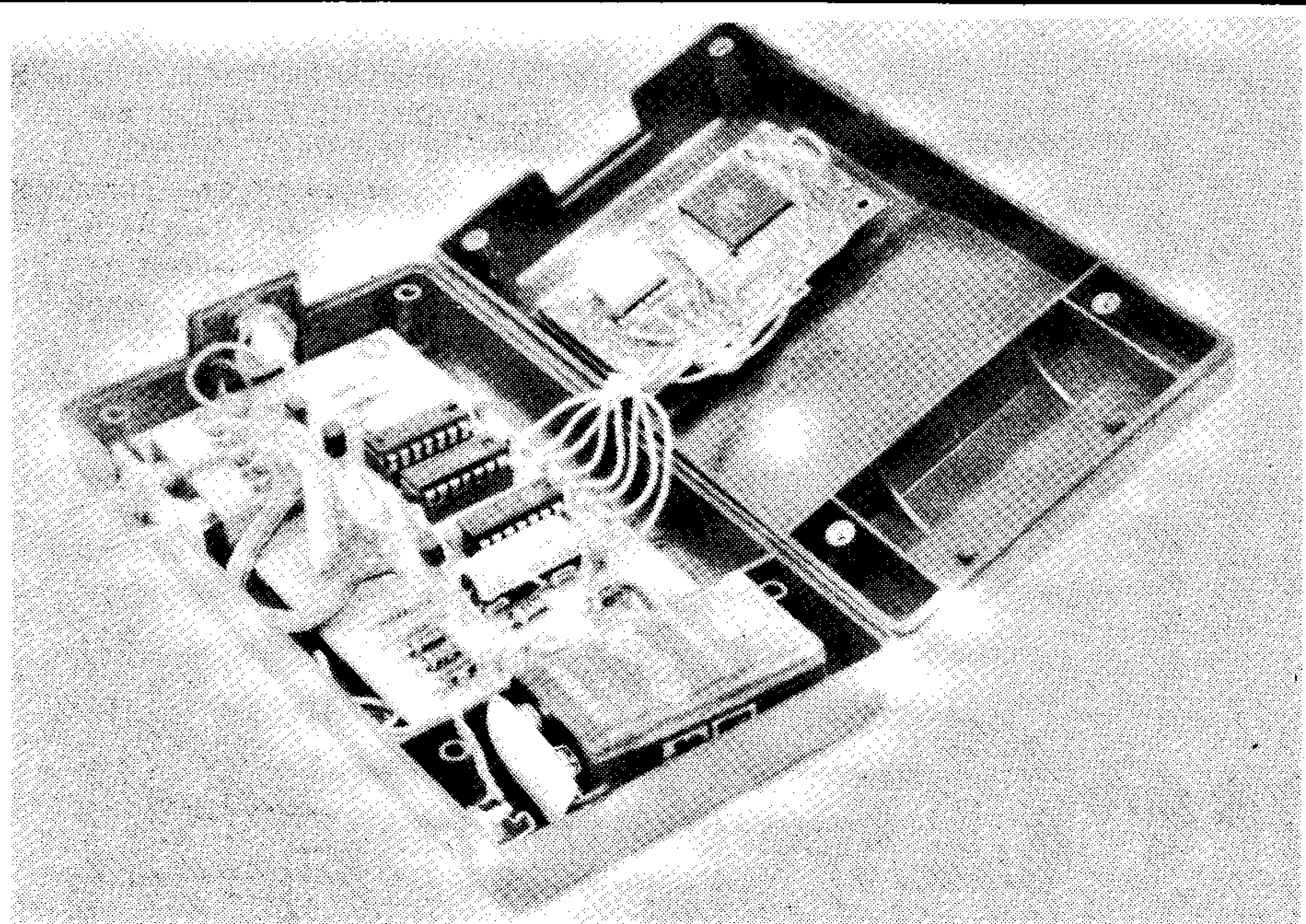


Figura 3. Disposición de terminales y zona posterior del módulo FM77T. Los distintos puntos de conexión indicados tienen sus homólogos en el circuito impreso de la figura 4. Las conexiones entre los puntos del propio módulo también son indispensables.



Fotografía. Ilustración del módulo frecuencímetro en su caja con el circuito impreso cuyo diseño se reproduce en la figura 4.

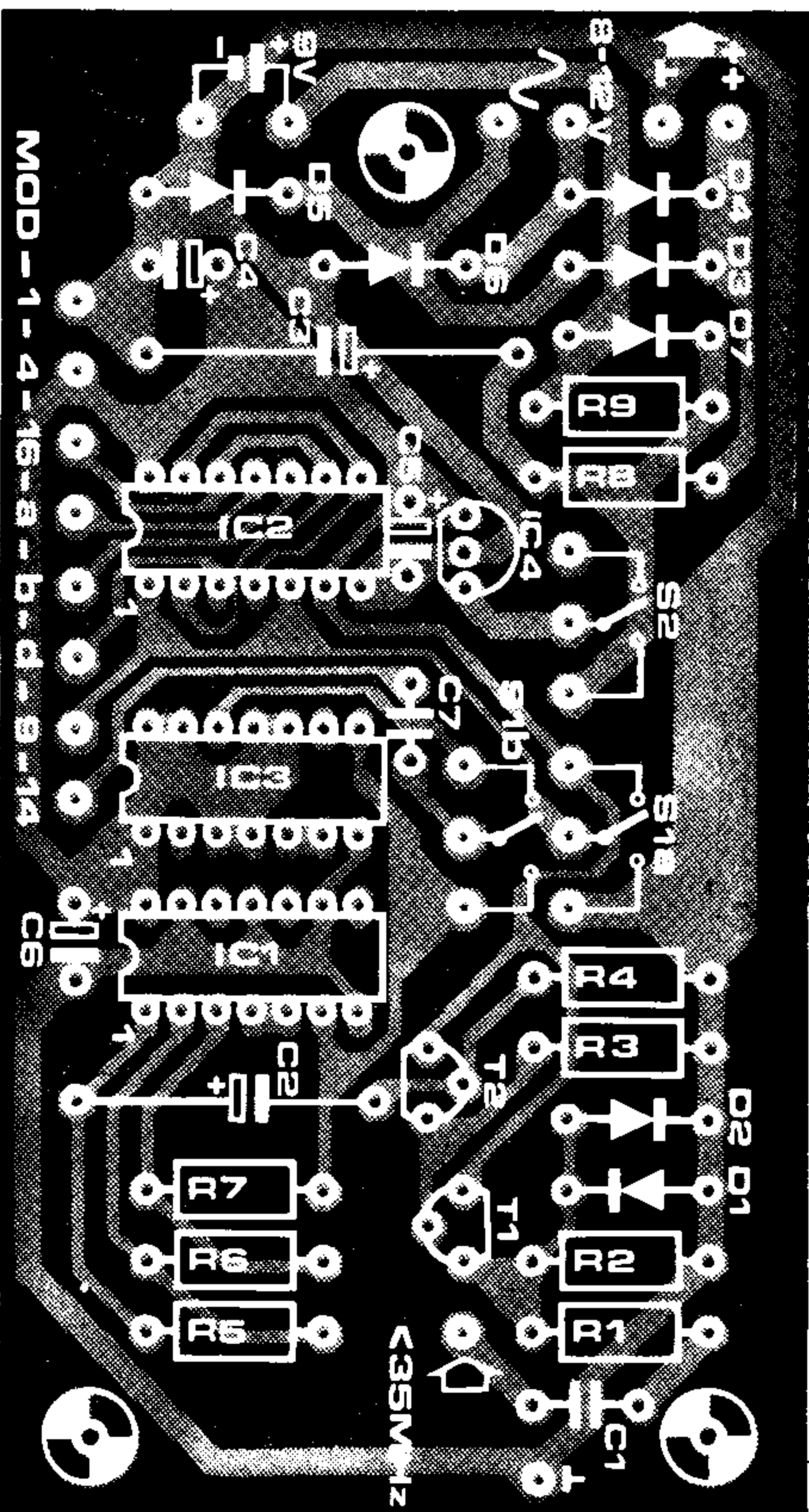
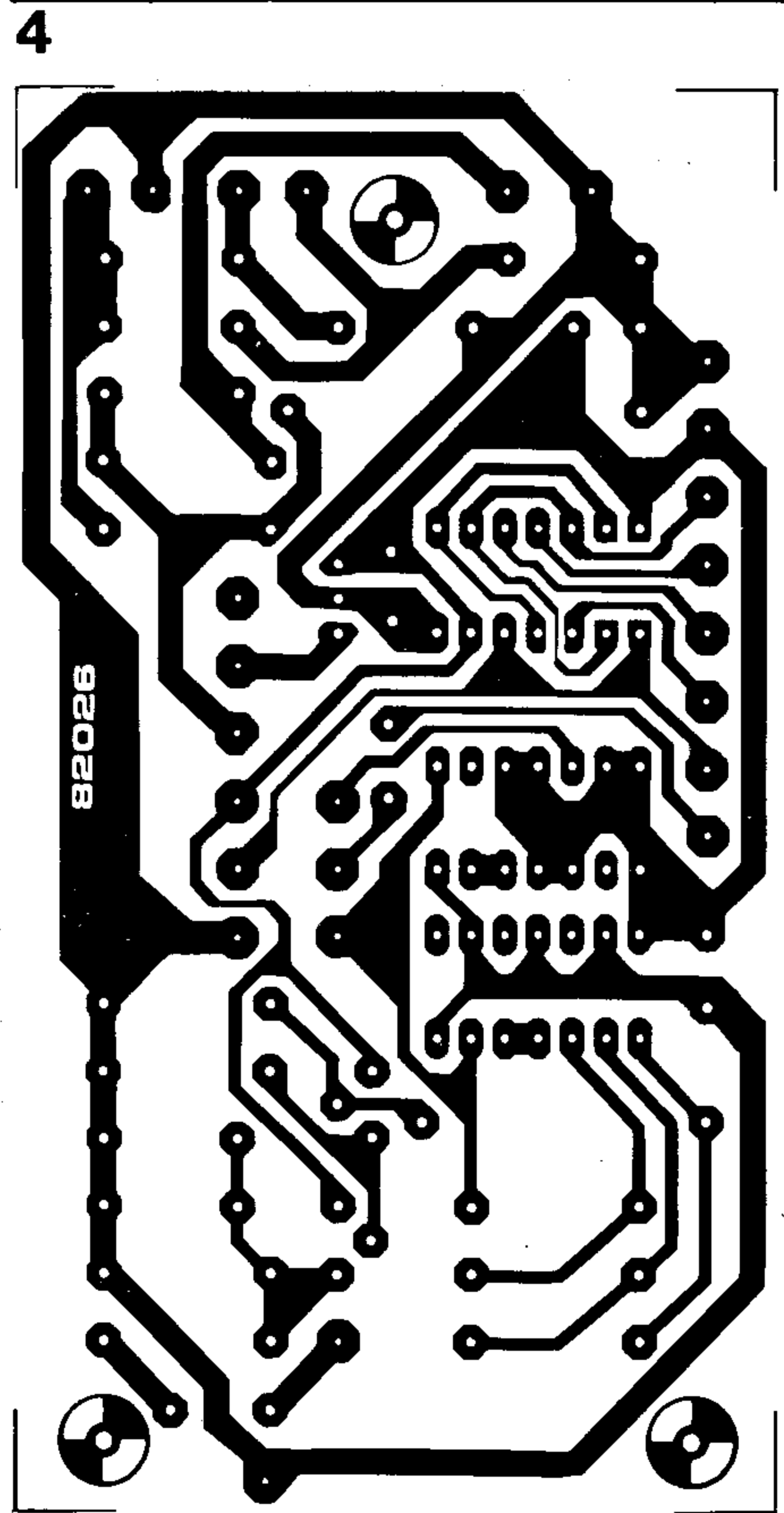


Figura 4. Diseño del circuito impreso con su cara serigrafiada para la instalación de los componentes del circuito de la figura 2.

Lista de componentes:

Resistencias:

- R1 = 1 k
- R2 = 1 M
- R3, R6, R9 = 470 Ω
- R5 = 2k2
- R7 = 4k7
- R8 = 10 Ω

Condensadores:

- C1 = 100 n MKH
- C2 = 100 μ /6 V
- C3 = 220 μ /16 V
- C4 ... C6 = 1 μ /6 V tántalo
- C7 = 10 μ cerámico

Semiconductores:

- T1 = BF 256A (no B o C)
- T2 = BF 494
- IC1 = 74LS04
- IC2 = 4030
- IC3 = 74LS196
- IC4 = 78L05
- D1, D2 = 1N4148
- D3 ... D7 = 1N4004

Varios:

- Módulo frecuencímetro a LCD FM77T (Vekano).
- Tr1 = transformador de red 8...12V/100 mA o batería de 9 V con conector (PP9 o NiCad equivalente)
- S1 = conmutador miniatura 2 circ./2 pos.
- S2 = conmutador miniatura
- Toma BNC o Cinch para entrada de frecuencia

bajo con el fin de garantizar el buen funcionamiento del conjunto. Ya hemos atraído atención sobre el cuidado que hay que prestar a las conexiones (sobre todo, las correspondientes a la alimentación). El cable de cinta será ideal pues deja suficiente longitud para permitir el montaje, sobre todo entre el módulo y la placa de circuito impreso. Ha de tenerse presente que la caja es de plástico y que, por lo tanto, no soporta el «ataque» imprevisto de un soldador caliente.

El circuito impreso, cuyo diseño se reproduce en la figura 4, está adaptado a las dimensiones de la caja representada en la figura adjunta. Los dos conmutadores inversores se montarán previamente en un pequeño trozo del mismo material que el de la placa de circuito y que, luego, se fijará en su lugar con dos o tres gotas de un producto adhesivo de buena calidad, siendo suficiente una pequeña cantidad de este último. Entonces, se podrá montar la placa de circuito impreso con el empleo de tres tornillos muy cortos. El zócalo BNC destinado a recibir el cable de medida podrá fijarse en la parte frontal delante del display, siendo la única conexión que precisa soldadura a realizar en el interior de la caja. El jack miniatura de 3,5 mm. de diámetro, destinado a recibir la tensión de alimentación en el modo de conexión a la red o del acumulador Ni-Cd, podrá instalarse en la parte lateral, a la derecha del display de cristal líquido y en un extremo del compartimento de la batería. El módulo contador podrá encolarse en el fondo de la caja.

Antes de cerrar definitivamente la caja, es preciso cerciorarse de que los hijos de conexión no queden atrapados entre las dos mitades de la caja. Si se está convencido de haber realizado «como Dios manda» el montaje, se podrá conectar una fuente de alimentación para comprobar el funcionamiento del contador. Si el montaje se realiza con los máximos cuidados, conseguirá un instrumento de gran elegancia y profesionalidad. Y todo ello sin que se precise ninguna calibración, con lo que la lectura será correcta desde el principio.

Son numerosas las aplicaciones de la electrónica en el automóvil. En su mayor parte, se destinan a facilitar la utilización del vehículo con el fin de ahorrar energía y suelen adoptar la forma de sistemas de encendido o de sincronismo de complejidad variable. En otros casos, se trata de dispositivos, más o menos espectaculares para iluminar los indicadores e instrumentos del salpicadero.

El montaje que le proponemos no añadirá espectacularidad a su panel de instrumen-

tes que inadvertidamente toquen el vehículo.

Otros sistemas de alarma bastante más sofisticados se basan en los principios de los ultrasonidos o de los rayos infrarrojos. Estos dispositivos no reaccionan frente al movimiento del vehículo, pero proporcionan una excelente protección para el interior del automóvil. Sin embargo, la instalación y puesta a punto de estos sistemas exigen una cantidad considerable de tiempo y de trabajo. El sistema debe estar concebido para compensar las fluctuaciones de temperatura (que pueden ser grandes en el interior del vehículo) y para evitar una falsa activación por el movimiento de insectos dentro del automóvil. Esto último es cierto, sobre todo, para los sistemas basados en ultrasonidos. Por todo lo anteriormente expuesto, se hace muy delicada la adaptación de estos sistemas ultrasónicos.

El tercero y más sencillo tipo de alarma se activa por los contactos de puerta de la luz interior del vehículo. Se trata de una aceptable solución de compromiso entre coste y eficacia. Basta añadir un «poco de electrónica» para disponer de un sistema de alarma confortable y seguro. Es, por todos estos motivos, por lo que hemos adoptado este principio para nuestro sistema de alarma antirrobo.

Funcionamiento del sistema

Cuanto más sencillo es el circuito, tanto más fiabilidad ha de esperarse del mismo y por ello, este tipo de circuito es la base para la mayor parte de los sistemas de alarma para automóviles.

Antes de entrar en los detalles del esquema, veamos cómo funciona. Empecemos por el final. Imaginemos que acabamos de terminar la instalación del sistema en el vehículo de nuestros sueños. Antes de abandonar el automóvil, será imperativo poner el sistema en condiciones de funcionar (lo que podemos denominar poner la alarma en «estado de vigilancia»). Para ello será preciso actuar sobre un interruptor camuflado en algún lugar en el interior del vehículo (debajo del salpicadero, por ejemplo). Una lámpara en el panel de instrumentos (que puede ser un diodo LED o un indicador de 12 V disponible en el comercio) se iluminará durante un intervalo aproximado de un minuto y servirá como señalización de que la alarma está activada. Cuando se apague la lámpara, quedarán 6 segundos para abandonar el vehículo. Durante este período de tiempo (1 minuto + 6 segundos), la alarma permanecerá en silencio mientras se abran y cierren las puertas. Podemos decir que queda, entonces, en estado de «alerta».

Si, ahora, un sujeto mal intencionado llega a abrir una puerta, de la forma que fuere, la alarma se activará al cabo de 6 segundos y se interrumpirá al transcurrir aproximadamente 1 minuto. Ha de esperarse que, mientras tanto, el intruso haya puesto «pies en polvorosa» y haya desaparecido sin llevarse nada. Toda nueva tentativa de robo tendrá las mismas consecuencias. En cuanto al propietario «legítimo» del vehículo, esperemos que sepa en dónde se encuentra el interruptor oculto pues no olvidemos que sólo disponemos de 6 segundos para desco-

anti-robo activo

¡Una póliza de seguro activa para su automóvil!

Aunque la mayor parte de los automovilistas están asegurados contra el robo de su vehículo, a nadie le resulta agradable la noticia de la desaparición de su medio de locomoción. Es el momento oportuno para poner en práctica el proverbio de «más vale prevenir que curar» o «la mejor defensa es un ataque» y, en consecuencia, es preferible proteger al vehículo de forma activa y no esperar pasivamente a que haya suerte y no «le toque a uno» ser víctima del robo.

Como toda alarma antirrobo digna de tal nombre, el montaje que les presentamos está protegido contra las «falsas alarmas».

W. Schuster

tos, sino que le proporcionará una protección eficaz contra el robo, no sólo del vehículo propiamente dicho, sino también de accesorios, tales como el aparato de radio, la pletina de cassette y otros equipos de reproducción acústica.

Los sistemas de alarma

Estos dispositivos serán siempre tema de controversia, sobre todo cuando se trate de decidir qué tipo de sistema ha de aplicarse y cuán grande debe ser su cobertura, pues, en lo que respecta a la electrónica, su complejidad podría ser ilimitada.

Los sistemas existentes en el mercado suelen tener tres formas distintas de enfocar la resolución del problema de la protección del vehículo.

El sistema de alarma más sencillo que se conoce se activa como consecuencia de la detección de un movimiento por medio de un «detector de vibraciones», del que se puede ajustar su sensibilidad actuando sobre su umbral de activación. Cuando las vibraciones sufridas por el vehículo alcanzan un nivel determinado, se interrumpe el contacto y resulta prácticamente imposible para un presunto ladrón tocar el vehículo sin que se active la alarma. El problema que plantea esta alarma es que le es imposible hacer una distinción entre las diferentes clases de vibraciones y tienen tendencia a activarse por el simple paso de vehículos en las proximidades, por fuerte viento y por transeú-

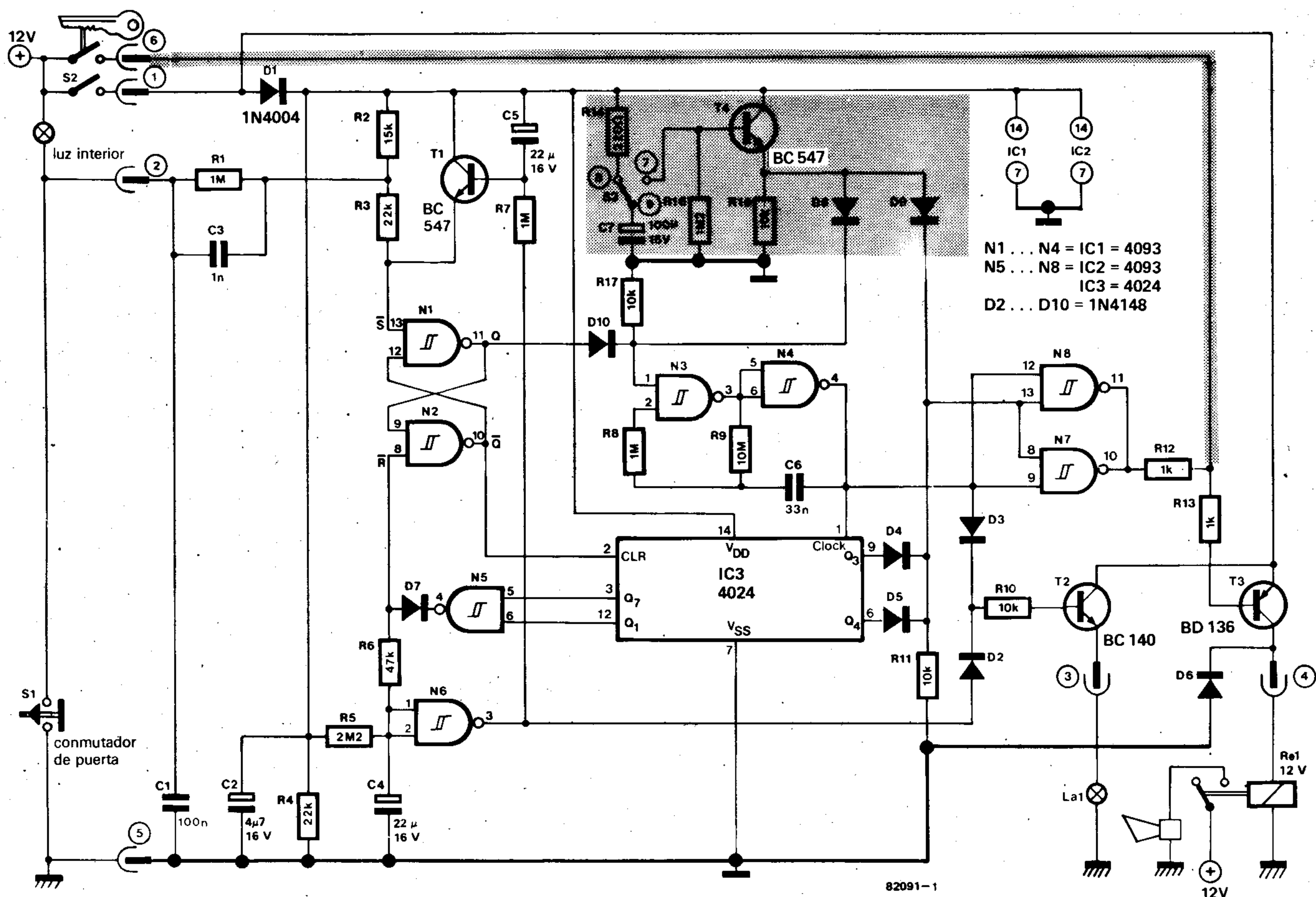


Figura 1. Esquema del sistema de alarma. La utilización de circuitos integrados CMOS permite reducir a 0,5 mA el consumo en condiciones de reposo.

nectar el sistema (esta operación vale la pena practicarla varias veces pues cualquier fallo puede poner al propietario en una situación ciertamente embarazosa...).

¡Circuitos integrados CMOS en el vehículo!

Hay varias razones por las que los circuitos integrados CMOS son adecuados para su empleo en el automóvil. La más importante es su amplia gama de tensiones de alimentación (entre 3 y 15 voltios), con lo que se elimina la necesidad de reguladores de tensión. Con una alimentación de 12 V puede alcanzarse un margen de inmunidad al ruido superior a 5 V de diferencia de tensión perturbadora, lo que no pueden soportar otras familias lógicas de circuitos integrados como los de tecnología TTL. Otra ventaja, por supuesto, es su bajísimo consumo de corriente (unos 0,5 mA) que es inferior a la descarga espontánea de la propia batería del vehículo. La única desventaja real del empleo de los circuitos integrados CMOS es el problema asociado con su manipulación (sensibilidad a las cargas estáticas). Pero este inconveniente desaparece una vez que se ha montado en la placa de circuito impreso correspondiente.

El esquema del circuito

En la figura 1 aparece el esquema de la alarma antirrobo. S2 representa el interruptor

oculto que permite la activación. Cuando S2 está cerrado, el montaje estará bajo tensión a través de D1. Inmediatamente aparecerá un nivel lógico alto («1») en el terminal 13 de N1, con independencia del hecho de que la puerta acabe de abrirse o de cerrarse. Se comienza por encontrar un nivel lógico bajo aplicado a través de C4, al terminal 8 de N2, que es la entrada de 'reset' (puesta a cero) del flip-flop constituido por N1 y N2. También habrá un nivel lógico bajo («0») en la salida Q (patilla 11 de N3). Esta es la razón por la que hay un nivel lógico alto en la salida Q (terminal 10 de N2). El nivel lógico bajo en Q bloquea al multivibrador formado por las puertas N3 y N4. En consecuencia, a la salida del multivibrador, patilla 4 de N4 se tendrá un nivel lógico bajo («0»).

El nivel alto presente en $\bar{Q}$ estará también en el terminal 2 de IC3. Este circuito integrado es un contador binario de siete etapas. El nivel aplicado a su entrada de reset, terminal 2, bloquea al contador. Se tiene un nivel alto en el terminal 3 de la puerta inversora N6, lo que lleva consigo la puesta en estado de conducción del transistor T2, a través de D2 y se iluminará el indicador. Este mismo nivel lógico alto hace conducir a T1, a través de R7, lo que lleva consigo un bloqueo al nivel lógico alto de la patilla 13 de N1 y como consecuencia la apertura de una puerta queda sin efecto alguno. Las salidas de IC3 (patillas 6, 9, 12 y 3) están a «0» y a este mismo nivel lógico están también las entradas de N5. El nivel lógico exis-

tente en la salida de esta última puerta hace posible la carga de C4 a través de R6, puesto que D7 está bloqueado.

Transcurrido un minuto aproximadamente, C4 se cargará lo suficiente para que la tensión existente en sus conexiones coincida con un nivel lógico alto, lo que lleva consigo la aparición de un «0» a la salida de N6 y los efectos consiguientes: primero, apagado del indicador y segundo, comienzo de la puesta en carga de C5 a través de R7. Al cabo de unos seis segundos, la tensión se eleva a un punto tal que T1 libera la entrada de 'set' (terminal 13 de N1) y el sistema queda en estado de «vigilancia». Si abrimos, ahora, una puerta, un impulso de flanco descendente se aplica al terminal 13 de N1, a través de C3 y, en consecuencia, el biestable RS basculará, el multivibrador y el contador quedan liberados y la alarma se dispara. Cuando cuatro impulsos han llegado al terminal 1 de IC3, aparecerá un «1» en los terminales 6 y 9 de este mismo circuito integrado. La combinación de este nivel lógico alto y de la señal del multivibrador, efectuada por las puertas N7 y N8 accionará al relé (a través de T3) 12 veces consecutivas en un periodo de seis segundos (medio segundo en cada ocasión). Después de un breve intervalo de pausa, el ciclo se repite tres veces en total. Cada toque de claxon se corresponde con una iluminación de la lámpara indicadora en el salpicadero. Este método de hacer sonar el claxon se basa en dos razones. En primer lugar, es preferible, tomando en consideración la energía y en segundo lugar, sonará distinto a lo habitual,

con lo que existe la esperanza de que sea fácilmente reconocible por el propietario del vehículo.

Cuando se llega al 64 impulso del multivibrador ('reloj'), las dos entradas de N5 estarán a nivel lógico alto, lo que permitirá la descarga de C4 a través de R6 y la conmutación del biestable RS. A partir de este momento dejará de sonar el claxon, pero

no se inhibirá el circuito de alarma; simplemente, quedará a la espera de detectar al siguiente intruso.

Seguridad suplementaria

La adición de los componentes representados en las zonas sombreadas en el esquema,

permiten hacer al montaje todavía más seguro y simplificar su utilización.

La conexión del montaje a la llave de contacto permite, ante todo, obtener una desconexión automática del sistema de alarma tan pronto como se ponga en funcionamiento el encendido, con lo que se evita tener que buscar, cada vez, el interruptor oculto en un lugar difícilmente accesible. La adición del inversor S3 proporciona una especie de seguridad «anti-sabotaje». El ladrón de coches experimentado intentará abrir el capó primero para desconectar cualquier circuito electrónico de protección que se haya instalado. Con este montaje, las cosas no se le ponen bien en un principio, pues el conmutador S3 es accionado por el propio capó que, cuando se abre, establece una conexión entre los terminales 9 y 7. De este modo se evita que un ladrón rápido y astuto abra la puerta, el capó y desconecte el claxon, todo ello en menos de seis segundos, con lo que se haría ineficaz el sistema de alarma.

En reposo (condiciones de capó cerrado), C7 se carga a través de R14. Al abrir el capó, S3 bascula y T4 se hace conductor. La alarma se activará inmediatamente por medio de D8 y de D9 y se mantendrá en este estado hasta que C7 se haya descargado a través de R16, lo que no sucederá en menos de 20 segundos. El intruso hará bien en dejar caer el capó y salir corriendo. Al cerrarse el capó, S3 puenteará los contactos 8 y 9 para permitir que C7 se recargue a través de R4. En unos pocos segundos la alarma volverá a estar en condiciones de vigilancia.

Montaje e instalación

Cuando se haya concluido la instalación de los componentes en el circuito impreso y se haya comprobado el buen funcionamiento del sistema, sólo restará encontrar un emplazamiento adecuado en el vehículo. Resulta evidente que hay que buscar un sitio que quede fuera de alcance de la vista de un presunto ladrón de coches. Sobre todo es importante encontrar un lugar idóneo para el interruptor oculto. Es cuestión de pensarlo, el descubrimiento del lugar idóneo no es una tarea imposible.

El relé para la bocina debe ser de un tipo normalizado para automóviles como el que sirve para accionar los faros. Puede utilizarse cable negro para todo el cableado bajo el capó y colocarlo en los lugares más apartados de la vista de un intruso. No debe montarse el relé cerca de la bocina y resulta muy recomendable cubrir las conexiones de la bocina con unas pocas capas de cinta adhesiva para dificultar la desconexión. Hay que tener presente que el mayor enemigo del ladrón es el tiempo y cuanto más tiempo se le haga perder, más posibilidades hay de que se ponga nervioso y abandone «su trabajo» y busque empleo en otro lugar más acogedor.

Asimismo, se podrá sustituir el indicador luminoso por otro relé (de 12 V y 100 mA) que active la luz interior. El resultado de esta modificación es muy psicodélico y psicológico, pues el ladrón se sentirá iluminado y con el sonido del claxon, lo que, sin duda, producirá un efecto devastador sobre su moral y ello redundará en beneficio de la eficacia de nuestro sistema antirrobo. ■

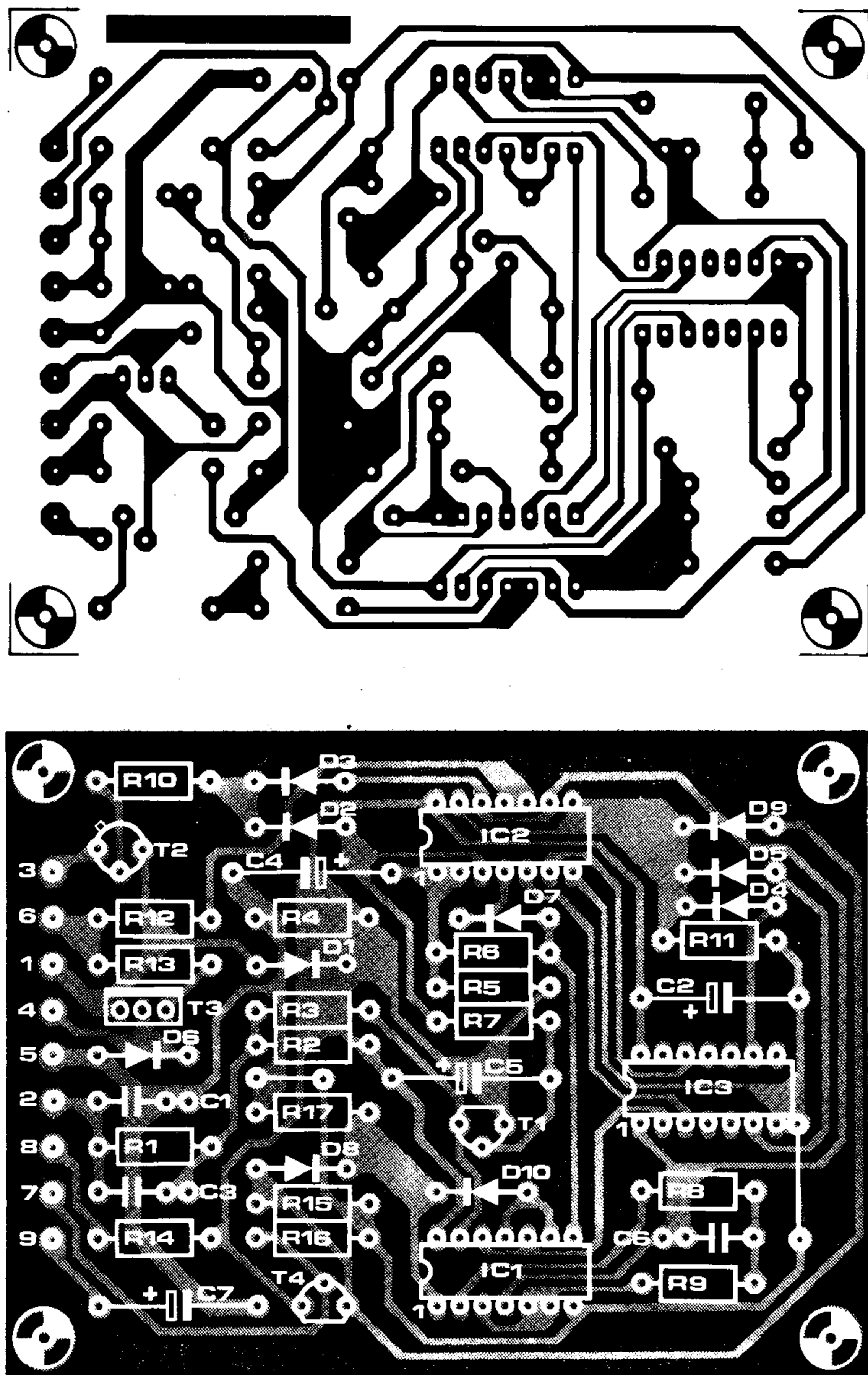


Figura 2. Representación del circuito impreso y disposición de los componentes sugerida.

Lista de componentes:

C4, C5 = 22 μ /16 V tant.
C6 = 33 n MKS
C7 = 100 μ /16 V

Resistencias:

R1, R7, R8 = 1 M
R2 = 15 k
R3, R4 = 22 k
R5 = 2M2
R6 = 47 k
R9 = 10 M
R10, R11, R15, R17 = 10 k
R12, R13 = 1 k
R14 = 220 Ω
R16 = 1M2

Condensadores:

C1 = 100 n MKS
C2 = 4 μ 7/16 V
C3 = 1 n MKM

Semiconductores:

D1 = 1N4004
D2... D10 = 1N4148
T1, T4 = BC 547B
T2 = BC 140
T3 = BD 136
IC1, IC2 = 4093
IC3 = 4024

Varios:

S2 = interruptor de encendido
S3 = conmutador 1circ./2 pos.
Re 1 = relé de 12 V.
La 1 = lámpara 12 V/50 ... 100 mA o LED con resistencia de 1K en serie.

BASIC

(2ª PARTE)

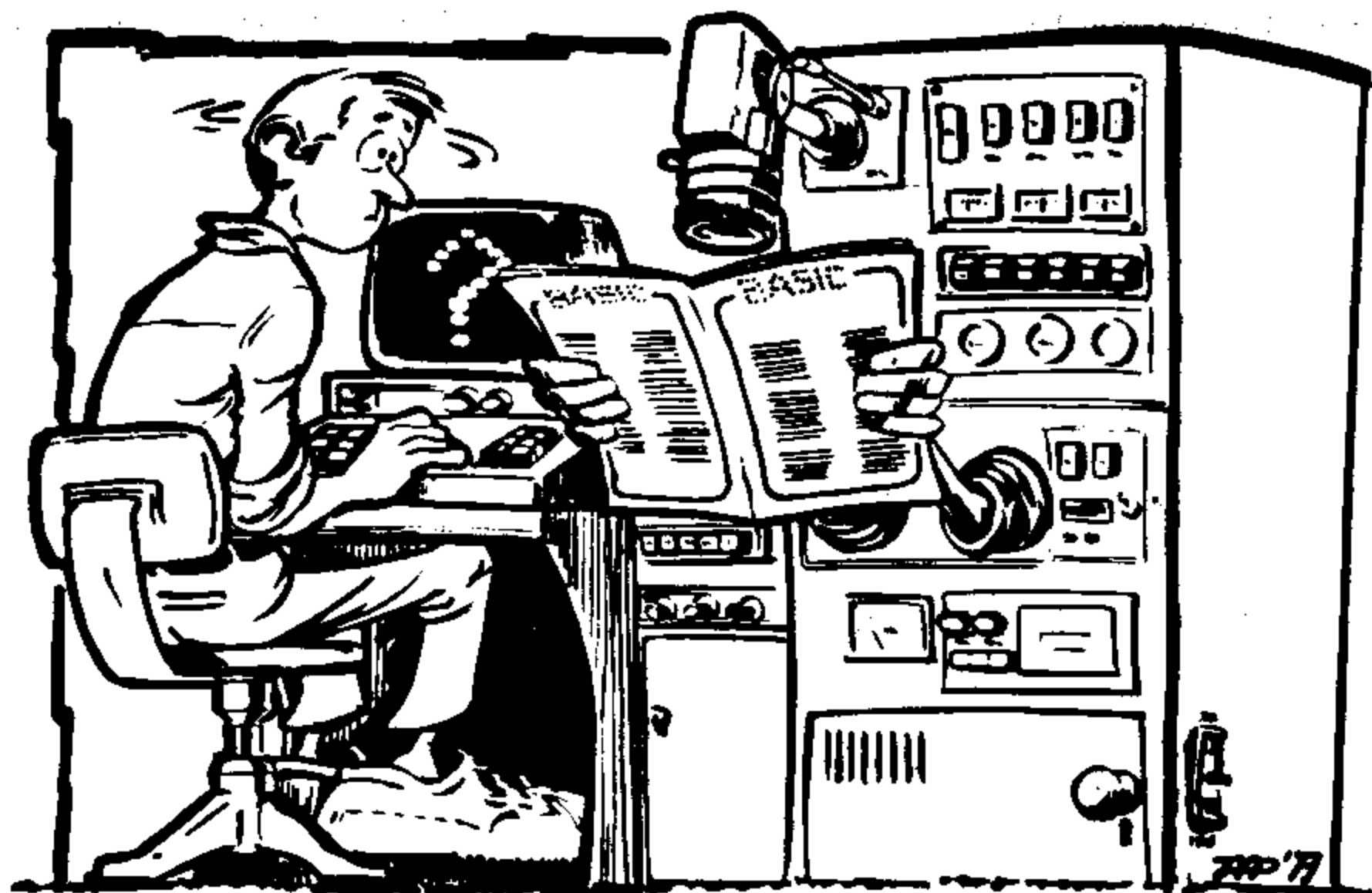
La definición clásica y más generalizada de ordenador (y por extensión de micro-ordenador) es la de sistema para el tratamiento de información. De ahí que la importancia que reviste el elemento información resulte más que obvia. En un micro-ordenador habilitado para operar en lenguaje BASIC, esta información debe ajustarse a determinados cánones —en cuanto a vocabulario, sintaxis, formatos...— característicos del lenguaje BASIC.

A lo largo de esta segunda parte del CURSO de BASIC, vamos a describir de forma global las condiciones que debe satisfacer la información, hablaremos del lugar en la que se almacena dentro del micro-ordenador, presentaremos el repertorio de comandos o sentencias BASIC y nos detendremos en la definición de los diversos tipos de constantes numéricas y variables que podremos utilizar.

La memoria de los micro-ordenadores

En un ordenador o micro-ordenador cabe distinguir dos tipos básicos de memorias o zonas para el almacenamiento de información: memorias residentes y memorias de masa o soportes externos de información.

- *Memorias «residentes»:* están situadas dentro del propio sistema micro-ordenador y en todo momento permanecen accesibles a la unidad central de proceso.
- *Memorias «de masa»:* son unidades de memoria exteriores al sistema micro-ordenador, capaces de almacenar una gran cantidad de información.



Memorias residentes

Atendiendo a su propia denominación, esta categoría de memorias se caracterizan por el hecho de que «residen» dentro del sistema ordenador o micro-ordenador. Suele aplicárseles el apelativo de memorias «on line» debido a que, en efecto, están permanentemente «en línea» o conectadas a disposición del micro-ordenador. Su capacidad de almacenamiento de información es notablemente inferior al de las memorias de masa o externas.

La zona de memoria residente de un micro-ordenador incluye dos tipos de bloques, cada uno de ellos especializado en el almacenamiento de determinado tipo de información:

- *Memoria de sólo lectura*, también denominada memoria muerta. Puede estar constituida por unidades de memoria ROM (Read Only Memory = memoria de sólo lectura) o EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory = memoria de sólo lectura que admite borrado y programación).
- *Memoria de lectura/escritura* o memoria RAM (Random Access Memory = memoria de acceso aleatorio).

Ambas zonas tienen un cometido específico.

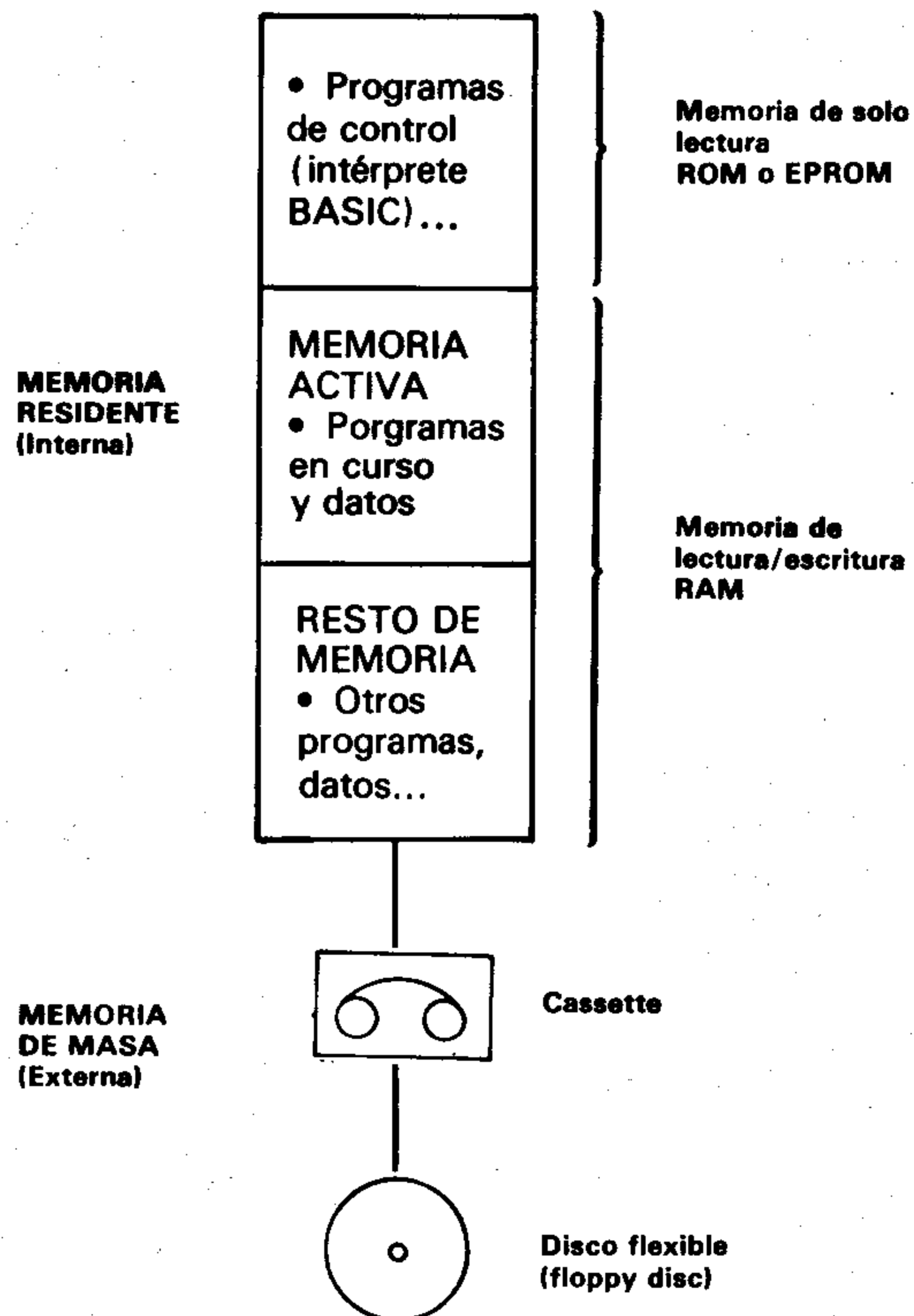


Figura 1. Las diversas secciones de la memoria de un ordenador.

BASIC

(2ª PARTE)

Memoria de sólo lectura

El espacio de memoria de sólo lectura se utiliza para almacenar los programas de control (por ejemplo, el programa monitor del sistema y el intérprete BASIC) y, en general, para memorizar aquellos programas que no deben ser modificados ni borrados durante el funcionamiento habitual del micro-ordenador. Esta protección frente a modificaciones deriva de las características inherentes a las unidades de memoria utilizadas.

El almacenamiento de información en una memoria ROM es un proceso irreversible que habitualmente realiza el fabricante. No admiten ningún tipo de alteración o borrado, si bien, la información almacenada puede leerse cuantas veces se estime oportuno.

Las EPROM son memorias cuya actuación dentro del sistema micro-ordenador es análogo al de las ROM. No obstante, presentan la particularidad de que la «grabación» inicial puede realizarla el propio usuario. Además, sometida a unas condiciones especiales admite el borrado de su contenido y la posterior reprogramación.

Memoria de lectura/escritura

El resto de la memoria del micro-ordenador está integrado normalmente por unidades de memoria de tipo RAM. A diferencia de las memorias «muertas» o de sólo lectura, las RAM permiten el almacenamiento, la lectura, la modificación y el borrado de informaciones a voluntad. De ahí que se utilicen para almacenar programas, datos y, en definitiva, información que puede estar sometida tanto a operaciones de lectura como de escritura.

Memorias de masa

Habitualmente, la información que debe prestarse a operaciones de lectura y escritura se almacena en el bloque de memoria RAM residente en el micro-ordenador. No obstante, esta información corre el riesgo de perderse debido, por ejemplo, a un posible fallo de la tensión de red; de ahí que resulte útil disponer de un almacenamiento permanente adicional: en forma de cinta magnética (por ejemplo, a cassette) o de disco flexible (floppy disc).

Si bien las memorias de masa o externas son particularmente útiles para almacenar programas completos o bloques de datos, no constituyen la solución idónea cuando se trata de ejecutar los programas, ya que la información que memorizan no se encuentra disponible inmediatamente para el micro-ordenador. En otras palabras, su acceso no es del tipo aleatorio en el sentido estricto de la palabra: la ejecución de un programa contenido en la memoria externa requiere su previo traslado al bloque de memoria RAM residente en el micro-ordenador.

En todo caso, el interés de las memorias de masa es evidente por varias razones:

- gran capacidad de almacenamiento;
- memorización «no volátil» (la información no se pierde al desconectar la alimentación);
- permiten tanto operaciones de lectura como de escritura (transferencia de información en ambos sentidos).



Repertorio de comandos del lenguaje BASIC

En la primera parte de nuestro curso de BASIC abordamos la definición de los conceptos programa, instrucción, comando y argumento. En este apartado vamos a presentar de una forma somera los diversos comandos o sentencias que forman parte del vocabulario de nuestro «dialecto» BASIC. Por el momento, no nos extenderemos en la descripción particular de cada uno de los comandos, ya que ésta será una tarea posterior a la que dedicaremos los comentarios y ejemplos necesarios. Nuestro objetivo actual no va más allá de la simple presentación del repertorio de comandos con el que trabajaremos en lo sucesivo.

En la tabla adjunta aparecen los diversos tipos de comandos, clasificados según su funcionalidad.

Comandos de control:

Pueden introducirse en el micro-ordenador a través del teclado en cualquier instante en el que se visualice el «prompt» o indicador de presencia del intérprete BASIC. La mayor parte de estos comandos no forman parte de un programa, sino que operan a modo de «instrucciones directas». Más adelante, con ocasión del estudio particular de cada comando, veremos que pueden estar acompañados de uno o de varios argumentos.

Comandos de programación:

Este apartado agrupa a las sentencias cuyo destino básico es el de constituir, junto con uno o varios argumentos, las instrucciones para la manipulación interna de información y para la definición de situaciones dentro de un programa.

Comandos de entrada/salida:

Definen operaciones de entrada o salida de datos: habilitan el ingreso de datos procedentes del teclado, imprimen datos y resultados en el órgano de salida (visualizador a displays, pantalla, impresora...) o definen el formato en el que deben realizarse estas operaciones.

BASIC

(2ª PARTE)

Funciones aritméticas:

Los comandos agrupados en esta categoría definen funciones matemáticas (raíz cuadrada, logaritmo decimal, seno, coseno...) a realizar sobre el argumento que acompaña al comando dentro de la instrucción.

Funciones de cadenas de caracteres:

La mayor parte de los «dialectos» del lenguaje BASIC permiten al usuario programar operaciones no sólo con constantes y variables numéricas, sino también con constantes y variables no numéricas denominadas «cadenas de caracteres» o «strings». Los comandos de este grupo son los reservados para este cometido. En este punto cabe recordar que cada «dialecto» BASIC dispone de un repertorio específico de comandos, si bien, en cualquier caso, todos parten del BASIC original de Dartmouth. Aunque nuestro estudio se concreta en un dialecto específico (¡de gran difusión... dicho sea de paso!), no nos olvidaremos de los otros «BASICs» dedicando un apartado del curso a describir las variantes que caracterizan a algunas de las versiones más utilizadas.

Tabla 1. Repertorio de instrucciones BASIC

Comandos de control

CLEAR	LOAD	POKE
CONT	NEW	RUN
FRE	PEEK	SAVE
LIST		

Comandos de programación

DEF FN	IF...GOTO	REM
DIM	IF...THEN	RESTORE
END	LET	RETURN
FOR	NEXT	STOP
GOSUB	ON...GOSUB	USR
GOTO	ON...GOTO	WAIT

Comandos de entrada/salida

DATA	READ
GET	SPC
INPUT	TAB
PRINT	

Funciones aritméticas

ABS	INT	SGN
ATN	LOG	SQR
COS	RND	TAN
EXP	SIN	

Funciones de cadena de caracteres

ASC	MID\$
CHR\$	RIGHT\$
LEFT\$	STR\$
LEN	VAL

Números y cadenas de caracteres

Al igual que en el lenguaje convencional, el BASIC admite como «constantes» o datos fijos tanto números como palabras o, más propiamente, cadenas de caracteres (strings). Ambos tipos de constantes intervendrán en las instrucciones dentro de la zona reservada al argumento.

Constantes numéricas

En el lenguaje BASIC los números se escriben de la forma usual; no obstante, hay algunos puntos que cabe precisar relativos a su formato. Vayamos por partes.

Números enteros

Todos sabemos lo que es un número entero... simplemente, el que no incluye parte decimal. Así por ejemplo: 12345 es un número entero, mientras que 123,45 es decimal. Pues bien, nuestro BASIC —al igual que la mayor parte de las otras versiones— opera con números enteros en el siguiente formato:

- Números con nueve cifras de precisión máxima.
- Pueden ser positivos o negativos.
- Si son positivos estarán precedidos por el signo «+» o por un espacio en blanco.
- Si son negativos estarán precedidos por el signo «-».

Veamos algunos ejemplos de números enteros escritos correctamente:

1, -2456, +946837282, -6, +758943

y también algunos ejemplos incorrectos:

4903 23 ... tiene un espacio en blanco

2485747645 ... tiene más de nueve cifras

Una observación importante: la condición de nueve cifras significativas se refiere al formato de los datos numéricos con los que opera el lenguaje BASIC. A través del teclado podemos introducir números de más de nueve cifras, si bien, el intérprete BASIC sólo considera significativas las diez primeras, a partir de las que formara un número de 9 cifras redondeando la décima.

Números decimales

Los números que poseen una o varias cifras decimales a la derecha del punto (coma decimal en nuestras latitudes) se escriben de forma semejante a como lo hacemos habitualmente, aunque con las siguientes salvedades:

- Las condiciones de nueve cifras de precisión máxima y presencia de signo son también extensivas a los números decimales.
- La coma decimal se sustituye por punto decimal.
- Un gran número de intérpretes BASIC no consideran el dígito cero cuando ésta es la única cifra que precede al punto decimal.

Ejemplos correctos:

.45, -76589.02, +45689764.4, -3.4

Ejemplos incorrectos:

2 1/2 ... ¡no valen expresiones fraccionarias!

-76354764.89 ... ¡demasiadas cifras!

2345,26 ... hay que utilizar punto decimal

BASIC

(2ª PARTE)

Notación científica

Aún a pesar de que se aceptan números con una precisión de hasta nueve cifras, el margen numérico disponible resulta en muchos casos excesivamente limitado. Para solventarlo, muchos intérpretes BASIC utilizan también la «notación científica» o notación exponencial, cuyo formato es el siguiente:

signo	mantisa decimal	E	signo exponente	exponente
-------	-----------------	---	-----------------	-----------

En donde:

signo: signo del número (espacio en blanco o «+» para positivo y «-» para negativo).

mantisa decimal: número con 9 cifras de precisión máxima (una cifra entera distinta de cero, punto decimal y hasta ocho cifras decimales).

E: base de potenciación representativa del número 10.

signo exponente: signo del exponente.

exponente: número de dos cifras que indica la potencia a la que hay que elevar la base 10 (E).



No cabe duda de que a los lectores no excesivamente familiarizados con las matemáticas este tipo de notación puede resultarles un tanto confusa, al menos en principio ¡A ver si conseguimos un poco de luz!: el número expresado en notación científica posee el signo de la mantisa y es igual al producto de la mantisa por la potencia de diez que indica el exponente. Con algunos ejemplos seguro que disipamos las dudas que puedan quedarle:

Número	Notación científica
100000000	1E + 08
-45723645210	-4.5723645E + 10
0,056478	5.6478E-02
-748,56837	-7.4856837E + 02

¿Cuándo utiliza el intérprete BASIC la notación exponencial?... no siempre ¡por supuesto! sólo la utiliza para representar números cuyo valor absoluto es menor que 0,01 o mayor que 999999999.

Cabe recordar que a través del teclado podemos introducir números de más de nueve cifras. Concluida su introducción, el intérprete BASIC acondicionará su formato transformándolo en un número de nueve cifras en representación convencional o pasándolo a notación científica.

Cadenas de caracteres

Además de las constantes numéricas, los intérpretes BASIC admiten otro tipo de constantes denominadas «cadenas de caracteres» («strings» según la terminología anglosajona).

Una cadena de caracteres es, tal como su nombre indica, una simple sucesión de caracteres alfanuméricos:

Elektor
Junior Computer
Microprocesador 6502
El BASIC es un lenguaje de alto nivel
...

Todos estos ejemplos son cadenas de caracteres con las que el intérprete BASIC puede trabajar perfectamente. Veamos ahora algunas condiciones de formato:

- Una cadena de caracteres puede estar constituida por entre 0 y 255 caracteres.
- Se denomina cadena nula o «string» nula a la que no contiene ningún carácter.

Las variables del BASIC

Al igual que ocurría con las constantes, el BASIC acepta dos tipos de variables: numéricas y de cadena de caracteres (strings).

A continuación, vamos a precisar las características que definen el formato de ambos tipos de variables.

Variables numéricas

Una variable numérica no es más que un indicativo o referencia a la que se asigna un determinado valor numérico. Por ejemplo: Intensidad, V6 y KR pueden ser perfectamente variables a las que asignemos un valor numérico.

El empleo de variables nos va a permitir confeccionar programas, para realizar determinados cálculos o aplicaciones, que no será necesario modificar cada vez que queramos ejecutarlos con distintos datos. Nada mejor que un ejemplo, aunque éste sea elemental, para clarificar la cuestión:

Con dos simples instrucciones podemos escribir un programa para calcular la caída de tensión en los extremos de una resistencia por medio de la Ley de Ohm ($U = I \times R$):

```
> 10 PRINT I*R
> 20 END
>
```

BASIC

2ª PARTE

Las letras I y R son variables a las que asignaremos, respectivamente, los valores de intensidad de corriente y resistencia. Cabe observar que el mismo programa es útil para determinar la caída de tensión U cualquiera que sean los valores de I y de R; basta simplemente con otorgar en cada caso concreto los correspondientes valores numéricos a ambas variables, por ejemplo: I = 1 (amperios) y R = 5 (ohmios).

```

> 10 PRINT I*R
> 20 END
> 5 I=1
> 6 R=5
> RUN
5
READY
>

```

¿Qué condiciones deben satisfacer las variables numéricas?

- Una variable numérica está constituida por un carácter alfabético (de A a Z) que puede estar seguido por hasta cuatro caracteres alfanuméricos adicionales (letras de la A a la Z o números del 0 al 9).
- Aún cuando los admita, el intérprete BASIC ignorará a efectos operativos cualquier carácter que siga a los dos primeros.
- Las palabras que el intérprete BASIC utiliza como comandos («palabras reservadas», ver tabla 2) no pueden emplearse como variables, ni tampoco pueden intervenir dentro de las variables.

Variables numéricas correctas: V, F3, RB, VALOR, CARGA

Las dos últimas variables propuestas como ejemplo son válidas, no obstante, el intérprete las «recortará» transformándolas en VA y CA, respectivamente. En nuestro dialecto BASIC, son admisibles variables de hasta cinco caracteres, si bien ésta no es una norma general;

otros intérpretes BASIC sólo admiten variables de dos caracteres.

Variables numéricas incorrectas:

4G el primer carácter debe ser alfabético
 RESIST excede de cinco caracteres
 3% posee un carácter no alfanumérico
 LET es una «palabra reservada»
 ARUN interviene la «palabra reservada» RUN

Asignación de valores a las variables numéricas

Dentro del lenguaje BASIC existen diversos comandos que permiten la asignación de valores a variables, uno de éstos es el comando «LET» (asigna); más adelante habrá ocasión de estudiar los restantes comandos con total precisión... ¡No hay porqué adelantar acontecimientos!

Por lo demás, el comando LET puede incluso suprimirse para realizar la asignación de valores, veamos algunos ejemplos:

```

LET A1 = 24.73
LET VOLT = 220
LET B = 1.38E-06

```

o simplemente:

```

G = 27568.35
P7 = 986236700

```

Tabla 2. Palabras reservadas del intérprete BASIC.
No pueden emplearse para constituir variables.

ABS	INT	RESTORE
AND	LEFT\$	RETURN
ASC	LEN	RIGHT\$
ATN	LET	RND
CHR\$	LIST	RUN
CLEAR	LOAD	SAVE
CONT	LOG	SGN
COS	MID\$	SIN
DATA	NEW	SPC
DEF	NEXT	SQR
DIM	NOT	STEP
END	NULL	STOP
EXP	ON	STR\$
FN	OR	TAB
FOR	PEEK	TAN
FRE	POKE	THEN
GET	PRINT	TO
GOSUB	POS	USR
GOTO	READ	VAL
IF	REM	WAIT
INPUT		

Variables de cadena de caracteres

Poco hay que añadir respecto a las variables «string», salvo que deben satisfacer las mismas condiciones expuestas para las variables numéricas y sólo se distinguen de éstas en que el nombre de la variable está seguido por el carácter «\$». Así pues: B\$, P7\$, VALOR\$, AB\$... son variables de cadena correctas.

Asignación de valores a las variables de cadena

A diferencia de lo que ocurría con las variables numéricas, el valor —cadena de caracteres, en este caso— asignado a una variable de cadena debe estar encerrado entre comillas ("). Por ejemplo:

```

K1$ = «Junior Computer»
VALOR$ = «Curso de BASIC de ELEKTOR»

```

... un ejemplo

Para entender claramente la forma en la que pueden utilizarse las constantes y variables, nada mejor que recurrir a los ejemplos. Concretamente, vamos a mostrar

BASIC

(2ª PARTE)

diversas variantes de un programa capaz de calcular la caída de tensión en una resistencia por medio de la Ley de Ohm. Además de manejar variables numéricas y de cadena, vamos a utilizar dos comandos BASIC que ya nos resultan familiares: PRINT (imprimir, mostrar) y END (fin del programa).

Una primera versión del programa solicita al ordenador que muestre el valor de la tensión, operando las variables numéricas I (intensidad) y R (resistencia), variables a las que en cada caso asignaremos su valor concreto:

```
> 10 PRINT I*R:
> 20 PRINT "VOLTIOS"
> 30 END
>
```

Para ejecutar el programa, basta con asignar los valores numéricos a las variables y dar la orden de ejecución.

```
> 5 I = 0,1
> 8 R = 470
> RUN
47 VOLTIOS
READY
>
```

Observen que como el programa de cálculo estaba ya introducido, únicamente lo hemos completado con dos nuevas instrucciones, con un número de línea inferior, ya que su ejecución es previa a las instrucciones 10 y 20 en las que asignamos los valores de intensidad y resistencia.

Veamos ahora otra nueva versión de programa en la que haremos que intervengan variables de cadena de caracteres.

Desde luego, este programa no es válido más que a título de ejemplo. En la práctica, un simple cálculo como el que nos ocupa se solventa de una forma rápida; no obstante, los «rizos» que hemos añadido sirven perfectamente para ilustrar el empleo de las variables. Para empezar, la línea 10 asigna una operación a la variable U (tensión), mientras que las cuatro siguientes asignan distintas cadenas de caracteres a las variables

```
> 10 U = I*R
> 20 C1$="LEY DE OHM: U=I*R"
> 30 C2$="-----"
> 40 T$="TENSION"
> 50 V$="VOLTIOS"
> 60 PRINT C1$
> 70 PRINT C2$
> 80 PRINT T$; U; V$
> 90 END
>
```

de cadena C1\$, C2\$, T\$ y V\$. Las líneas 60 y 70 ordenan la impresión de dos variables de cadena que presentan la operación a realizar y la 80 se ocupa de mostrar en la pantalla los valores de dos variables de cadena y una numérica (el resultado de la operación).

Veamos cuál es el resultado de la ejecución del programa después de ingresar los valores de intensidad y resistencia:



¡Muy fácil!... ¿No es cierto?

Operadores

Además de los comandos, el BASIC dispone de otros «útiles» para la programación denominados «operadores». Estos se utilizan dentro de la zona de argumento de las instrucciones, afectando al dato o datos que intervienen.

BASIC

(2ª PARTE)

De acuerdo a su naturaleza, hemos clasificado al conjunto de operadores en tres categorías: aritméticos, lógicos y de relación.

Operadores aritméticos

Cinco son las operaciones aritméticas que pueden definirse directamente por medio de un operador BASIC:

operación	comentario	ejemplo	resultado
+	suma	6+4	10
-	resta	3-8	-5
*	multiplicación	5*7	35
/	división	8/4	2
↑ o ^	potenciación	6↑3	216

El empleo de varios operadores aritméticos dentro de una misma expresión se rige por las siguientes normas:

- Dentro de cada expresión las operaciones se ejecutan siguiendo un orden perfectamente establecido. Así, por ejemplo, primero se opera la elevación a potencia, luego la multiplicación y/o división y, finalmente, la suma y/o resta.

Prioridad de las operaciones	1	2	3
	↑ o	*o/	+ o -

- Si es necesario alterar la prioridad de las operaciones, por ejemplo ejecutar una suma antes de una multiplicación, pueden utilizarse paréntesis. Las operaciones encerradas dentro de paréntesis tienen prioridad máxima.
- Si dentro de una misma expresión intervienen varias operaciones de igual prioridad, el intérprete BASIC las operará de izquierda a derecha.

ejemplo	resultado
6+4/2*7	20
(6+4)/2*7	35
6+4/(2*7)	6,29
9-5*8↑4/2	-10231
9-5*8↑(4/2)	-311

Operadores lógicos

Los operadores lógicos se utilizan para definir operaciones lógicas o Booleanas a nivel de bit. La mayor parte de las versiones BASIC disponen de tres operadores lógicos: AND, OR y NOT.

AND: Producto lógico

OR : Suma lógica

NOT: Complementación o negación

Estos tres operadores lógicos transforman los argumentos que los acompañan en números enteros en representación binaria de 16 bits y complemento a dos; a continuación, realizan la operación lógica definida y entregan el resultado.

El resultado de la operación NOT N (negación del número N) coincide, en decimal, con -(N+1). Así: NOT 6 = -(6+1) = -7.

La tabla de verdad siguiente ilustra la actuación de los tres operadores:

Datos		Resultados operaciones			
b	a	a AND b	a OR b	NOT b	NOT a
0	0	0	0	1	1
0	1	0	1	1	0
1	0	0	1	0	1
1	1	1	1	0	0

¡Ahí van algunos ejemplos de operaciones lógicas!

Operación	Resultado
1. 100 AND 27	127
1100100 AND 11011	1111111
2. 13 AND 8	8
1101 AND 1000	1000
3. 15 OR 32	47
1111 OR 100000	101111
4. NOT 4	-5
0000000000000100	111111111111011
5. NOT 12	-13
0000000000001100	111111111110011

Operadores de relación

Este último tipo de operadores sirven para comparar o relacionar argumentos, tanto numéricos como cadenas de caracteres. La tabla siguiente define su funcionalidad.

Operador	Significado	Ejemplo	Resultado
=	igual	1=2	falso (0)
<> o <>	distinto	1<>2	cierto (1)
>	mayor que	1>2	falso (0)
<	menor que	1<2	cierto (1)
>= o =>	mayor o igual	1>=2	falso (0)
<= o =<	menor o igual	1<=2	cierto (1)

¡Y esto es todo lo que cabe mencionar acerca de los operadores del BASIC! En el próximo número empezaremos con el análisis de los comandos y, por supuesto, con ejercicios prácticos de programación.

Respuestas al CUESTIONARIO de la 1.ª parte

1. Es un programa que se ocupa de traducir un lenguaje de programación de alto nivel a lenguaje máquina interpretable y ejecutable por el ordenador.
2. El compilador traduce la totalidad del programa antes de proceder a su ejecución, mientras que el intérprete opera traduciendo y ejecutando cada una de las líneas del programa sucesivamente.
3. Las ventajas básicas de un intérprete se evidencian al traducir y ejecutar programas relativamente cortos; detectan de inmediato los errores de sintaxis y de

BASIC

(2ª PARTE)

programación; además, permiten al ordenador operar como una calculadora convencional, entregando el resultado inmediatamente después de introducir la instrucción a través del teclado. El inconveniente más significativo es que cada vez que se ejecuta un programa se repite su proceso de traducción, con la consiguiente merma de velocidad.

4. La traducción es necesaria debido a que el ordenador sólo entiende y ejecuta información binaria codificada de acuerdo a su propio lenguaje máquina.

5. La existencia de múltiples «dialectos» del BASIC se debe a que muchos fabricantes de ordenadores ponen a punto una versión específica de lenguaje BASIC, adaptada a las características de sus propios sistemas.

6. Un ordinograma es un diagrama de flujo que ilustra la secuencia lógica de órdenes y operaciones que hay que realizar para llegar al resultado de un proceso.

7. El ordinograma constituye una ayuda muy importante para la confección de un programa. Por lo demás permite un rápido análisis del programa que representa.

8. Un «prompt» es un carácter que muestra el ordenador para indicar que aguarda la entrada de nueva información a través del teclado.

9. Las líneas de programa se numeran para indicar al ordenador en qué orden debe ejecutarlas.

10. La tecla CR indica que ha concluido el ingreso de la instrucción o del comando que acaba de teclearse, al tiempo que provoca un retroceso de línea.

11. Una instrucción BASIC consta de dos campos: comando y argumento.

12. Las instrucciones directas, a diferencia de las indirectas, no poseen número de línea.

13. Al no disponer de número de instrucción, las instrucciones directas se ejecutan inmediatamente después de introducirlas, por lo que no pueden utilizarse para confeccionar programas cuya ejecución supone un proceso encadenado.

14. El argumento es el segundo campo de que consta una instrucción y aporta el dato o datos implicados en la ejecución de la orden expresada por el comando.

15. Con el mensaje final BRK AT 45, el intérprete BASIC indica que ha interrumpido la ejecución del programa en la línea 45, normalmente debido a la presencia de la instrucción END.

CUESTIONES (2.ª Parte)

1. ¿Por qué un intérprete BASIC raramente se almacena en RAM?

2. Representar los siguientes números en notación científica:

0.0004665, —564576420000, 7800867.56

3. ¿Son correctos los siguientes números expresados en nomenclatura BASIC?

9864,65; —6764587623, 645 8356

4. ¿Cuál es el resultado de los siguientes cálculos?

a) $3*2 + 5 \uparrow 2 - 8/4$ b) $10 - 24/3/2*(5 + 4)$

5. ¿Qué errores encuentra en las siguientes líneas de programa?

a) 1 0 PRINT —18,56

b) 140 TO\$ = ELEKTOR

c) 150 PRINT 2.56E—1.6

d) 160 CR\$ = 2845,09

e) 170 V4 = “—4356,87”



TERMINOLOGIA (2.ª Parte)

comando de control

Comando BASIC que puede ser ejecutado inmediatamente sin intervenir en un programa.

E

En notación científica, E es la base de potenciación representativa del número decimal 10.

EPROM

Memoria de sólo lectura que admite, bajo determinadas condiciones especiales, un posterior borrado y reprogramación (Erasable Programmable Read Only Memory).

floppy disc

Disco magnético flexible que permite el almacenamiento de una gran cantidad de información.

memoria de masa

Soporte para el almacenamiento de información de gran capacidad y cuyo emplazamiento es externo al sistema ordenador.

memoria residente

Zona de memoria emplazada dentro del propio sistema ordenador y que en todo momento permanece accesible a la unidad central de proceso.

RAM

Memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory) o memoria que admite operaciones de lectura y escritura.

ROM

Memoria muerta de sólo lectura (Read Only Memory). Su grabación original es irreversible y suele realizarla el propio fabricante.

string

Cadena de caracteres alfanuméricos que el intérprete BASIC puede tratar como constante y someter a determinado tratamiento.

variable

Palabra o referencia alfanumérica a la que se le asigna un determinado valor numérico o una cadena de caracteres.

El mayor obstáculo con el que se encuentran los buscadores de tesoros es que los detectores de metales accesibles (por supuesto, en el plano económico), se caracterizan por su inestabilidad y por su escasa sensibilidad, mientras que, por el contrario, los detectores de mayor calidad destacan por su precio exorbitante.

El modelo que constituye el objeto de este artículo se muestra muy estable y sensible. Su aspecto y su empleo se ajustan a normas profesionales y sus características superan a las de muchos detectores de metales disponibles en el mercado a un precio netamente superior.

eficacia y simplicidad se dan la mano

detector de metales



Llegó la hora de ocuparnos de uno de los montajes más solicitados a través de las cartas que recibimos en nuestra redacción. Hemos tenido que aguardar un cierto tiempo antes de lanzarnos a la publicación de este artículo, ya que diseñar y poner a punto un buen detector (que haga algo más que detectar cualquier cosa) no es precisamente tarea de horas. El primer problema importante es el de la estabilidad que depende de un buen número de factores. Desde una perspectiva económica, la concepción del esquema de un circuito estable resulta altamente problemática. El diseño y la construcción de la bobina de exploración es uno de los mayores obstáculos que hay que superar si se pretenden conseguir unas características sobresalientes y, a su vez, permanecer dentro los límites financieros del aficionado entusiasta.

Es necesaria una bobina de exploración robusta y capaz de permanecer estable a través de un procedimiento de ajuste extremadamente crítico. Expresado en otros términos, es preciso que esta bobina de detección no se vea afectada por «dolores de cabeza» al recibir un choque su zona «pensante». Los problemas de estanqueidad y de inmunidad a las variaciones de temperatura son también duros obstáculos a superar.

¿Qué hay que añadir acerca del propio circuito? Existen varias técnicas que permiten detectar metales por medio de montajes electrónicos; en todos los casos, su eficacia depende básicamente de la estabilidad. Desde luego, podríamos concebir un sistema irreprochable, capaz de verdaderas maravillas, basado en microprocesador, no obstante, costaría —para que nos entendamos— poco menos que «un riñón».

A raíz de los comentarios de los párrafos precedentes puede parecer que las dificultades son irresolubles; es posible que se pregunten cómo lo hemos logrado. Nos ha llevado algún tiempo, pero lo cierto es que aquí está listo para su presentación. El detector de metales en cuestión funciona muy notablemente siendo fácil de construir ya que les libramos de la construcción de la zona más delicada: la bobina de detección. Es posible procurarse un conjunto completo, incluida la bobina detectora, por supuesto, siempre que la demanda sea suficientemente importante como para incitar al importador a la aventura.

¿Cómo hemos llegado al circuito que les presentamos? Antes de descubrirles el camino que hemos tomado para resolver este enigma, veamos las técnicas más comunes que existen en este campo.

El BFO

El oscilador de frecuencia de batido (Beat Frequency Oscillator) permite diseñar sistemas relativamente económicos y fáciles de construir, si bien trae consigo algunos problemas debido a las altas frecuencias que entran en juego. Estos sistemas son poco sensibles a los metales, muy inestables y

1

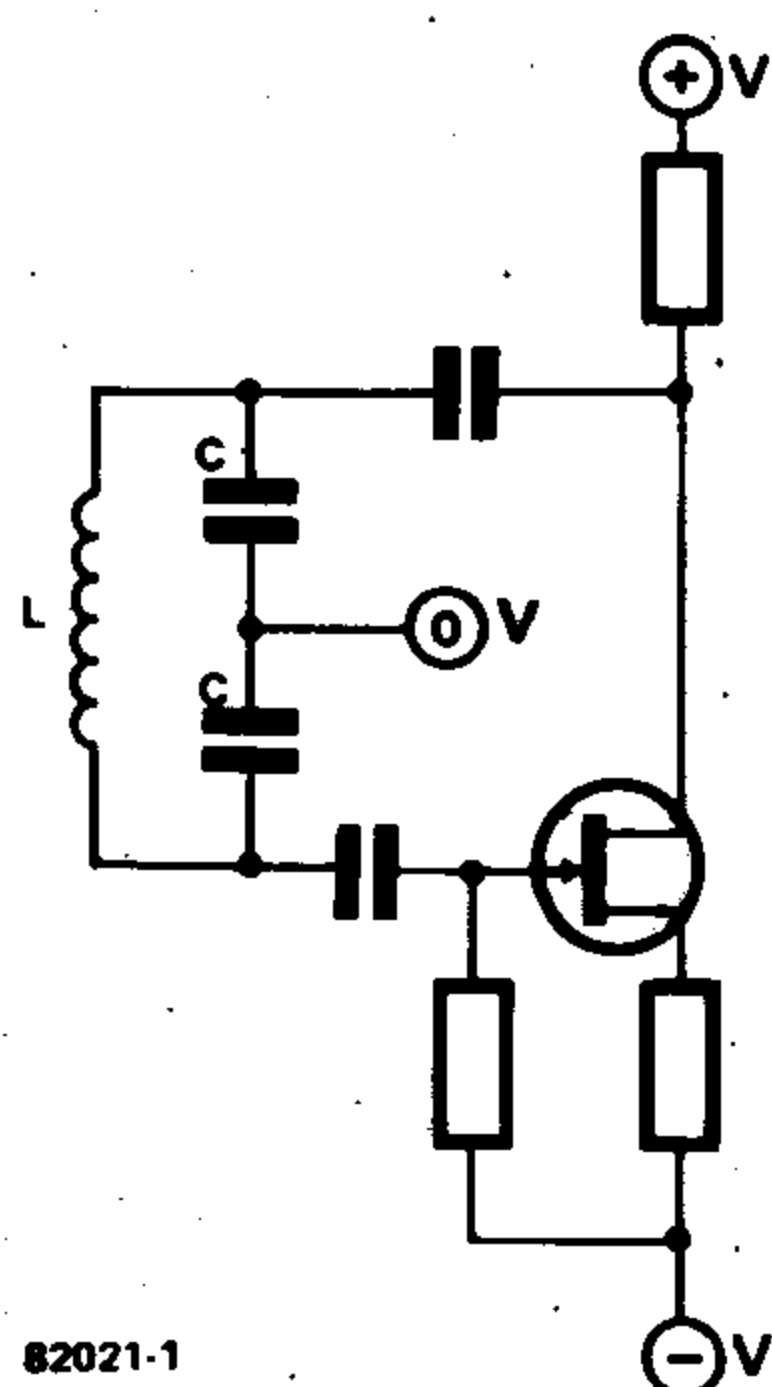


Figura 1. Esquema simplificado de un circuito oscilador convencional. No incorpora compensación alguna que permita modificar el valor del condensador C cuando se produce un cambio de temperatura.

se ven afectados por el efecto «suelo», no siendo capaces de distinguir entre los diversos materiales. Actúan según el principio de heterodino o mezcla de dos frecuencias, con el fin de obtener un sonido audible que sea función de la diferencia entre las dos señales. La esencia de funcionamiento de este principio es que la frecuencia del oscilador está determinada por la bobina de exploración y que el hecho de aproximar un objeto metálico a la cabeza detectora, provocará el aumento o la disminución de la frecuencia de exploración, lo que repercutirá en la variación del sonido emitido.

B.I.E./R

Las siglas corresponden a la denominación del método: balanza (equilibrio) de inducción emisión/recepción (transmit/receive induction balance). Los detectores de metales concebidos de acuerdo a este principio son netamente mejores que los basados en un BFO, al menos en lo relativo a la sensibilidad general; no obstante, también adolecen de problemas de estabilidad y son incapaces de discriminar entre dos metales. Este tipo de detectores exige un posicionamiento de las bobinas extremadamente preciso y puede resultar increíblemente difícil su puesta a punto. Cabe señalar aún otro inconveniente: un simple golpe en la cabeza de detección puede producir señales erróneas.

M.B.F. (Muy baja frecuencia)

Los detectores de metales más caros suelen ser de este tipo. Un conjunto de circuitos se ocupan de las diversas funciones:

- conseguir que el montaje sea sensible a los metales;
- capacitarlo para diferenciar entre diversos metales;
- lograr el control del efecto «suelo».

Dadas las bajas frecuencias utilizadas, este tipo de equipos puede verse afectado por

2

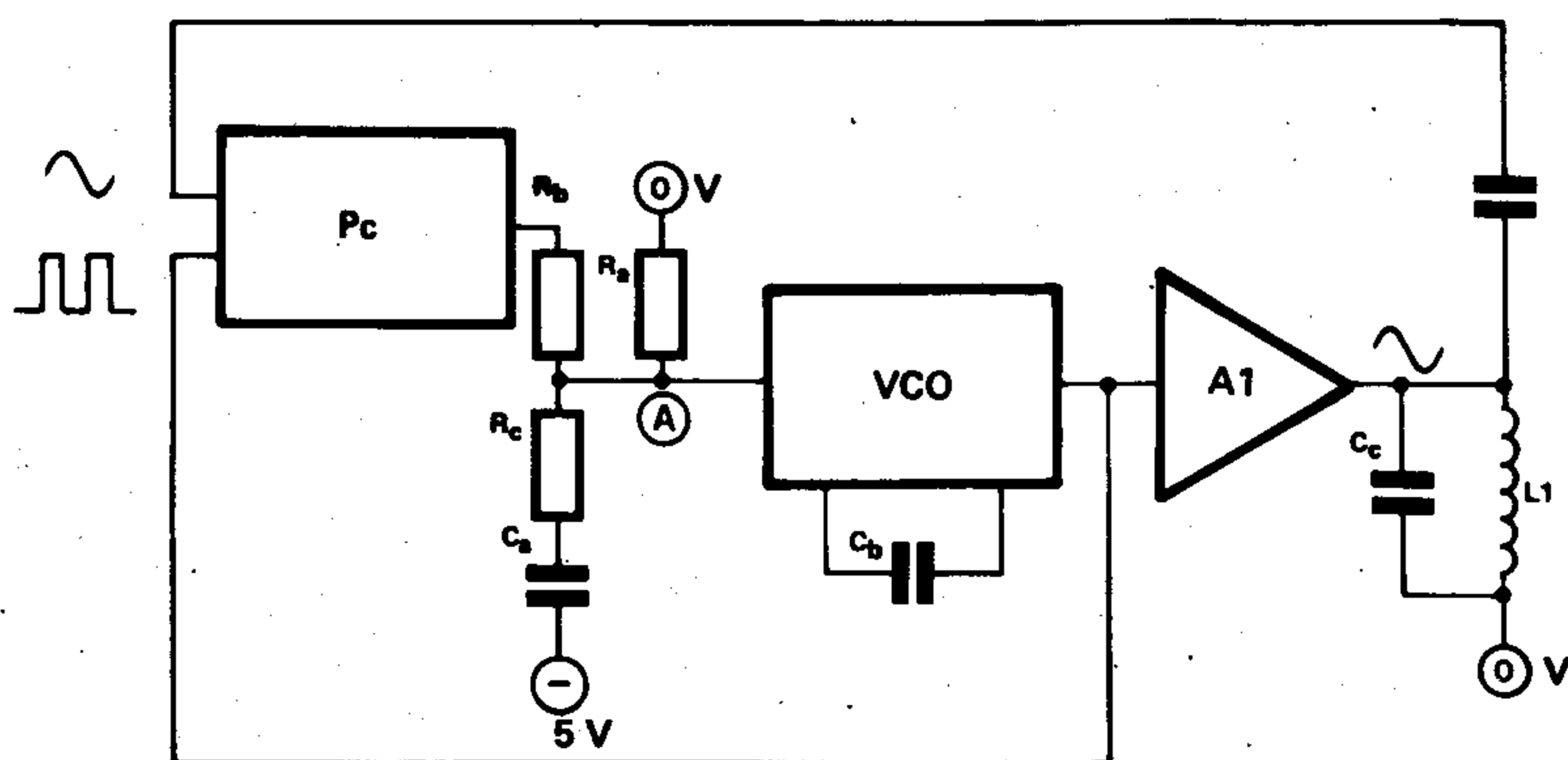


Figura 2. El detector de metales de Elektor utiliza un circuito PLL para lograr un oscilador de elevada estabilidad y mínima deriva.

inestabilidad. Los inconvenientes que presentan son su elevado precio y la dificultad de la puesta a punto del conjunto de detección.

Inducción de pulsos

La inducción de pulsos (pulse induction) es la técnica utilizada por los detectores de metales industriales y profesionales. La realización de un buen equipo aplicando esta técnica puede ser extremadamente onerosa y el procedimiento de calibración y ajuste excede de las posibilidades del aficionado medio, incluso de los más entusiastas.

El detector de metales de Elektor, del que nos ocuparemos a lo largo de este artículo, es un equipo de elevadas características basado en el principio M.B.F., equipado con técnicas de PLL, con objeto de obtener una buena estabilidad, una correcta discriminación entre los diversos metales y la eliminación del efecto de «suelo». Posee una capacidad de detección superior a la de los equipos basados en los principios M.B.F. y B.I.E./R. sin verse afectado por la tradicional tendencia a la inestabilidad. Observando esta serie de características enunciadas, el lector esperará encontrarse ante un circuito complicado. No obstante, si echan una ojeada al esquema de la figura 4, observarán que el circuito es menos complejo de lo que cabría esperar.

Inestabilidad y PLL

Tal como ya hemos subrayado anteriormente, el mayor inconveniente que aparece en los detectores comerciales es la inestabilidad. Puede llegarse incluso a la situación de que sea imposible diferenciar la señal entregada por el detector en reposo y situado sobre un metal.

¿Cuál es el motivo por el que el circuito M.B.F. de Elektor posee una estabilidad superior a la de otros equipos? El esquema del circuito simplificado que aparece en la figura 1 coincide con el de un circuito

M.B.F. convencional. La dificultad radica en este caso en que la cabeza detectora exige una bobina realizada con un elevado número de espiras. También es necesario que el valor de C (capacidad) del circuito sea relativamente importante. Aquí está el talón de Aquiles, ya que la capacidad de un condensador altera su valor con la temperatura, con lo que el equipo se hará inestable. Si, por ejemplo, el condensador se encuentra en el circuito resonante, se modificará la frecuencia del oscilador.

En este tipo de oscilador resulta imposible compensar la deriva; y aún más, esta puede verse agudizada a causa de la susceptibilidad del circuito ante las variaciones de la tensión de alimentación (lo que supone mayor inestabilidad). Por si la situación no les parece suficientemente dramática, hay que añadir que el oscilador es un gran devorador de corriente que reducirá drásticamente la duración de las pilas.

Para hacer frente a todo este cúmulo de inconvenientes, ha sido por lo que hemos concebido y desarrollado el PLL con márchamo de Elektor. El PLL compensa cualquier deriva de la frecuencia del oscilador debida a la modificación de la magnitud del condensador. Hay que reconocer que con esta innovación el esquema se complica un poco, si bien, su actuación es fácilmente asimilable con la ayuda de la figura 2. Los componentes R_a , R_b , R_c y C_a , C_b son los que determinan la frecuencia central del VCO (Voltage Controlled Oscillator u oscilador controlado por tensión). Este nos entrega una señal rectangular que será transformada en onda sinusoidal por el amplificador A1, antes de llegar a la bobina de detección L_1 . Una porción de esta señal es realimentada capacitivamente a la entrada del comparador de fase (PC), cuyo producto de salida se transmite a la entrada de control del VCO, después de haber atravesado un filtro paso-bajo. El filtro en cuestión está constituido por R_c y C_a . La salida del VCO se reinyecta igualmente a la otra entrada del comparador de fase. Ambos bucles de realimentación (feedback, en inglés) nos permiten ob-

tener un oscilador extremadamente estable y muy poco propenso a la deriva.

El detector de metales de Elektor

La figura 3 presenta el diagrama de bloques del detector de metales. Para facilitar en lo posible la tarea de asimilación, estudiaremos cada bloque por separado, considerando que cada uno de ellos representa una zona del circuito principal tal y como aparece en la figura 4.

Como quiera que el primer bloque, oscilador a PLL, ya ha sido presentado en el párrafo anterior, pasaremos directamente a ocuparnos del discriminador de PLL. La finalidad de un discriminador es la de permitir al usuario el rechazo de los materiales «indeseables». Para mantener nuestra directriz básica, que consiste en la necesidad de garantizar una elevada estabilidad, hemos incluido un segundo bucle de control de fase.

El ajuste de la relación de fase existente entre el oscilador de emisión y la señal recogida permite muestrear un porcentaje de la señal recibida. Esta porción es la que se transmite a la puerta de entrada del detector sensible a la fase.

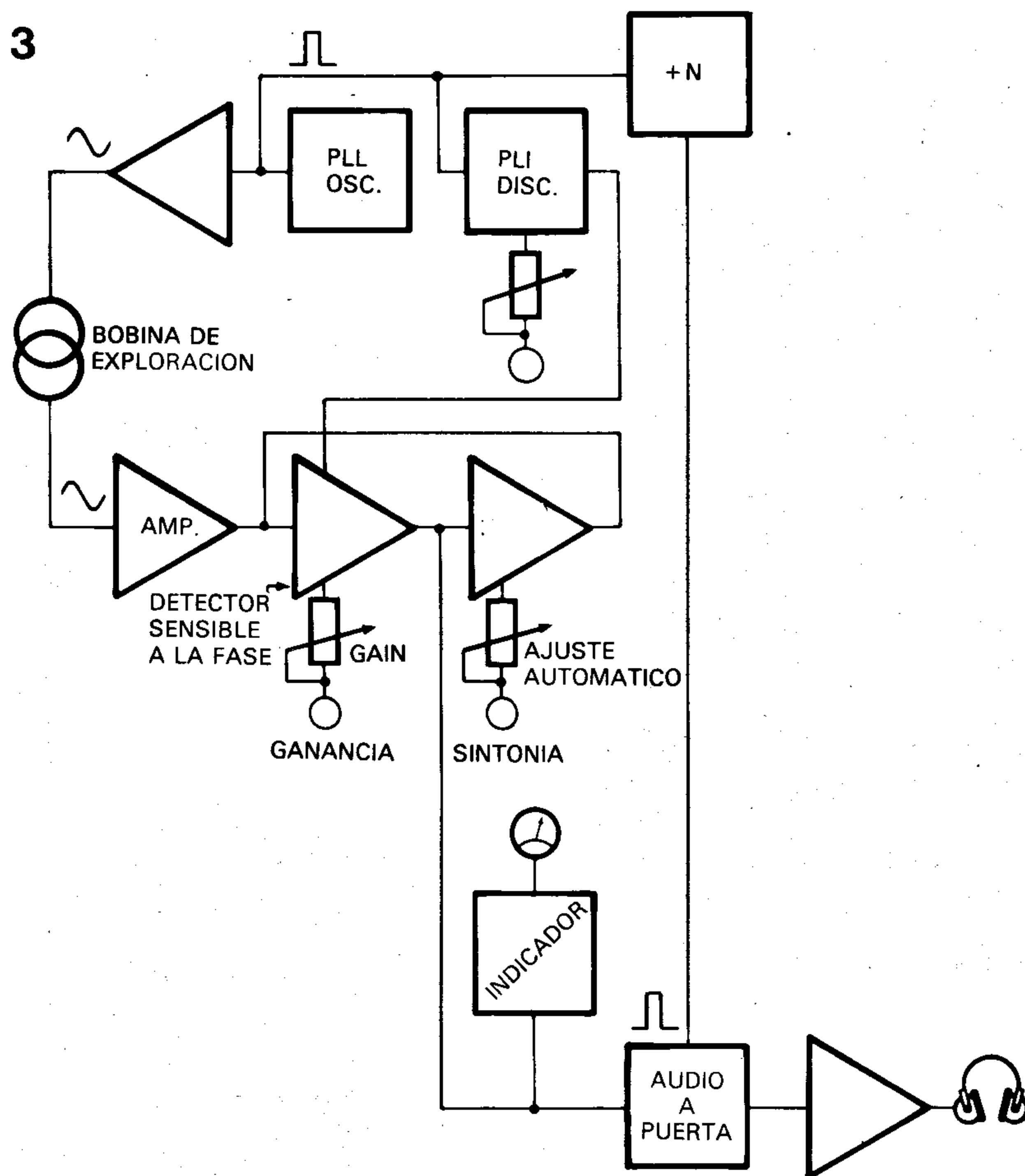
El detector de fase «fracciona» la señal proporcionada por la bobina de exploración y, a continuación, después del filtrado, la corriente continua producida se destina a los circuitos de audio y al indicador. El detector de metales de Elektor posee otra característica exclusiva: el ajuste automático. En esencia, se produce una tensión de offset que se memoriza en un condensador, a través de un FET que actúa como integrador lento/rápido. Es perfectamente posible reinicializar la tensión de salida del detector de fase realimentando esta tensión de offset hacia el detector, lo que permite llevar a cero al indicador por medio de una simple acción sobre un pulsador. Esta innovación supone una ventaja apreciable: no es preciso realizar un nuevo ajuste cuando se cambia de modo de actuación o cuando se modifica la sensibilidad del detector.

El circuito indicador es muy simple; consta de una zona de verificación del estado de las pilas y de una indicación de los hallazgos aceptables o a rechazar. El último bloque representa la etapa de audio, si bien incluye poco más que un simple amplificador de tipo común. Nos encontramos también con un circuito de recorte a puerta, cuya tarea consiste en captar la frecuencia de la bobina de exploración y dividirla para que se sitúe en unos 270 Hz. Esta última frecuencia se utiliza para recortar la tensión continua del detector de fase, antes de que esta tensión llegue al amplificador de salida de audio y se traduzca en la señalización acústica de la detección de un metal.

Hasta ahora hemos analizado someramente los diversos bloques que constituyen el detector de metales. Así pues, estamos en condiciones de consagrarnos a un estudio más profundo de algunos puntos del circuito.

Esquema del circuito

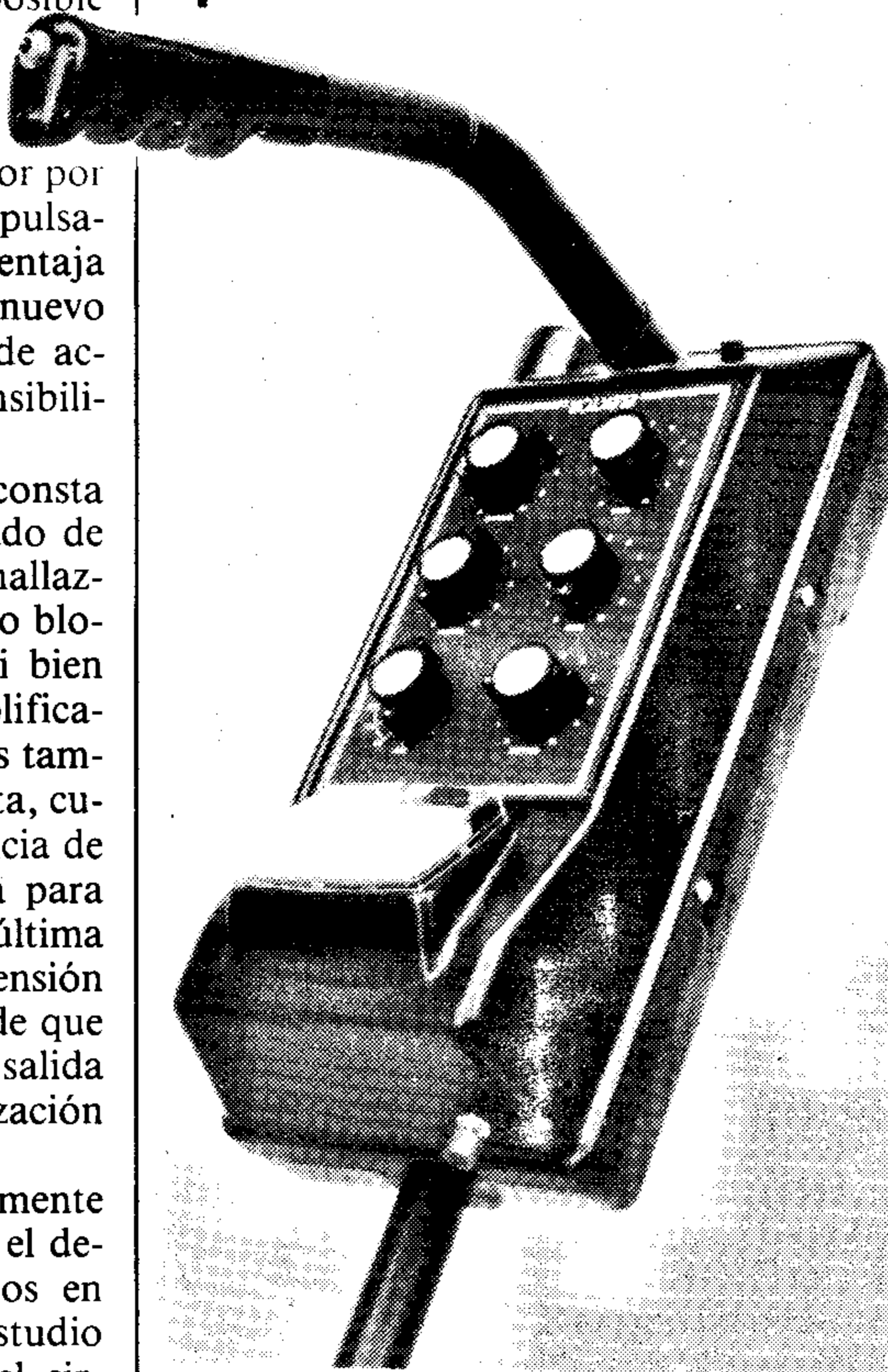
Tal como muestra el esquema del circuito



82021-3

Figura 3. Diagrama de bloques del detector de metales de Elektor. A cada bloque corresponde una de las zonas del circuito ilustrado en la figura 4.

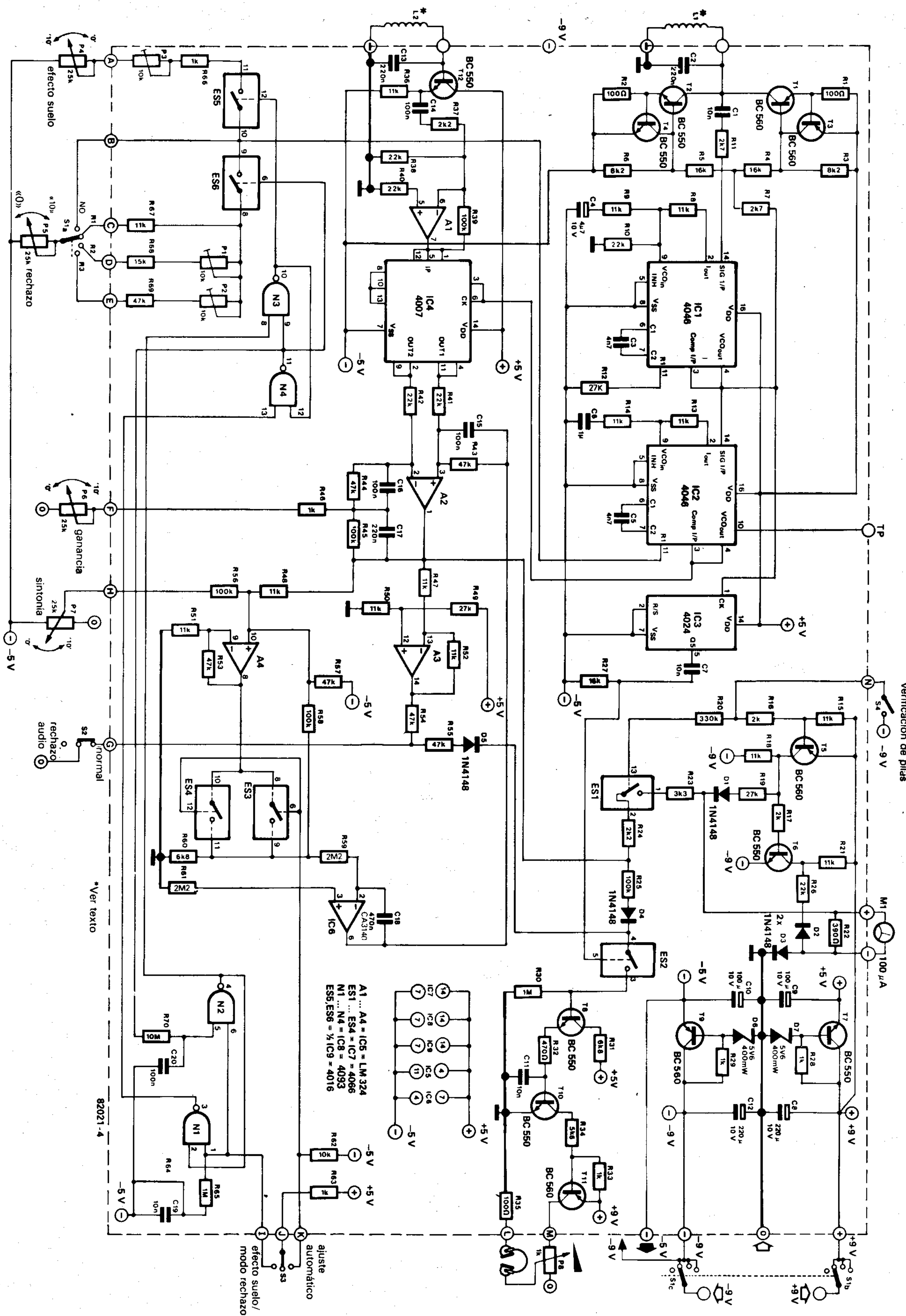
1



Fotografía 1. La caja del detector de metales evidencia el aspecto profesional que puede adquirir el montaje.

de la figura 4, el oscilador a PLL se concentra en torno a IC1. Los componentes C3, R12, L1 (la bobina de exploración), C2 y R10 determinan la frecuencia. El valor de R10 se ha tomado de tal forma que, inicialmente, se coloque al VCO a una frecuencia media. La señal rectangular de salida del VCO (patilla 4) está acoplada, a través de R7, al amplificador de exploración constituido por los transistores T1...T4. Una determinada fracción de señal sinusoidal es realimentada a la entrada de señal del comparador de fase (patilla 14), a través de C1 y de R11, lugar en la que es comparada con la señal disponible en las patillas 3 y 4. El producto resultante, accesible en la patilla 2, sirve para ajustar el VCO a su frecuencia de resonancia, lo que nos permite obtener un oscilador muy estable. La resultante de salida del VCO/discriminador a PLL IC2. La configuración de este circuito integrado proporciona un método de ajuste de la relación de fase muy práctico, ya que basta con modificar el valor de una resistencia. El valor de la «resistencia» insertada se selecciona por medio de S1, P4 y P5 y de las redes de resistencias conectadas a las patillas 11 de ES5 y 8 de ES6. El nivel presente en la patilla 11 de IC2 selecciona entre el efecto de «suelo» o discriminación, gracias a los interruptores CMOS ES5 y ES6.

La señal rectangular desfasada, disponible en los extremos del discriminador IC2, sirve como señal de control de puerta para el detector de fase conformado por IC4 y A2. La señal recogida por la bobina de exploración empieza por atravesar un adaptador



de impedancia, antes de ser amplificada (con una ganancia de 50) por el amplificador operacional A1 y de ser transmitida al detector de fase.

Esta señal es recortada y muestreada por IC4 y, a continuación, convertida a un nivel de tensión continua por el amplificador operacional A2. La ganancia de esta etapa puede modificarse actuando sobre el potenciómetro P6.

El producto de salida de A2 es un nivel de tensión que varía en función de la talla y del contenido de cualquier objeto de metal que se encuentre en las proximidades de la bobina de exploración (que podemos denominar «cabeza detectora»). A esta señal se la dota de un offset variable por medio del control de ajuste P7 que permite llevar el indicador a cero.

Efectuar todos los ajustes a mano cuando se cambia de modo, es una tarea que se convierte en tediosa y molesta, por este motivo hemos optado por incluir un circuito que se ocupará de realizar los ajustes de forma automática. Esta labor se consigue memorizando un nivel de tensión en el condensador C18. Esta tensión coincide con la suma o diferencia que existe entre la señal de salida de A2 y la posición del control de ajuste. A4 y A5 constituyen la base del circuito de ajuste automático. Al cerrar los dos interruptores CMOS S3 y S4, la salida del amplificador operacional A4 (cuya ganancia es 4) accede directamente a la entrada de A5 y hace actuar a este amplificador operacional como integrador rápido. Al realimentar este producto de salida a la entrada no-inversora de A2, reaparece el nivel de tensión original en la salida de este amplificador operacional. El ajuste automático entra en funcionamiento al actuar momentáneamente sobre el conmutador S3. Esta operación hace actuar a los interruptores CMOS ES4 y ES3, aumentando el nivel de tensión en la patilla 2 de A5 en un factor igual a 4.

S3 sirve igualmente para cambiar de modo cuando está activado en el sentido contrario, pasando de la posición «efecto de suelo» a la de «discriminación», o viceversa. Observen que S3 es, realmente, un conmutador de tres posiciones. El cambio de modo se obtiene por medio de las puertas N1...N4, configuradas como biestables (aunque no salte a la vista de inmediato al examinar el esquema del circuito). Las salidas suplementarias del biestable controlan a los dos interruptores CMOS ES5 y ES6. Es posible que algunos de nuestros lectores piensen que el tema empieza a alargarse y complicarse. Si han conseguido aguantar hasta este punto, lo menos que pueden hacer ahora es desistir; no nos queda más que examinar el indicador y la zona de audio del circuito. El interruptor CMOS ES1 selecciona una de las dos funciones del indicador. Su posición «normal» es cerrado, con el indicador asociado circuito de detección. Al accionar el pulsador de verificación del estado de las pilas, se abre S1 y, simultáneamente, T5 y T6 pasan a estado conductor. El indicador queda ahora conectado a las pilas a través de R19/D1 y R26/D2.

Nos queda aún una última zona: la etapa de audio. Ciertamente no es de tipo muy común, pero realiza a la perfección la tarea que se le ha encomendado. La señal proce-

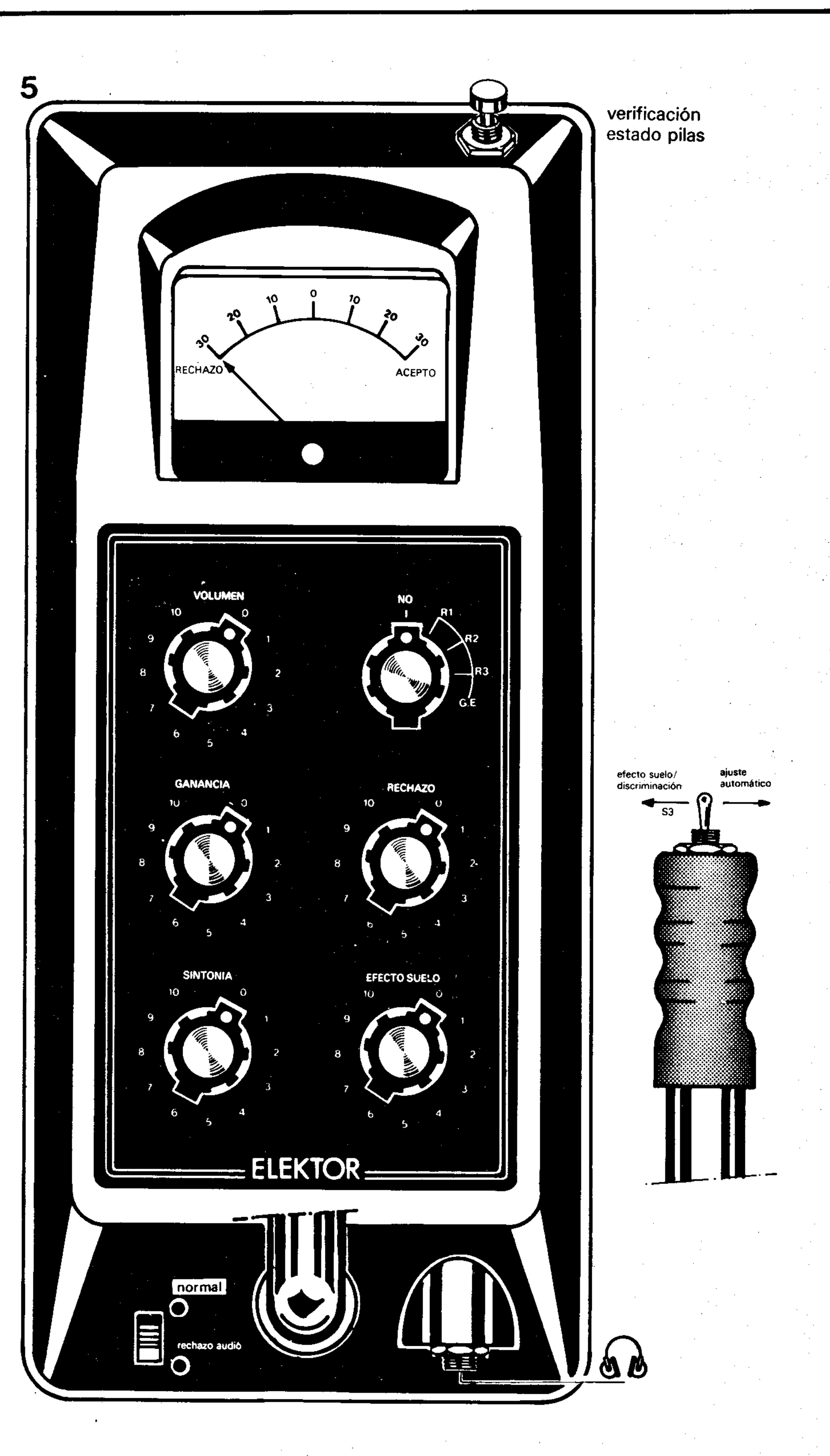


Figura 5. Modelo del panel frontal del detector de metales, incluidos los controles externos. Recuerde que el cableado de los elementos externos de control debe realizarse prestando especial atención.

dente del oscilador PLL (IC1) es enviada a IC3 que la divide por 32 con el fin de producir una frecuencia de 300 Hz. Esta señal es integrada por C7 y R27 obteniendo como resultado un pulso de control para el interruptor CMOS ES2. Cuando nos encontremos en el modo «normal», no se producirá una señal acústica más que en el caso en el que la aguja del indicador se desvíe hacia la derecha, lo que significará que estamos en presencia del esperado hallazgo.

Esto ocurre cuando aparece una tensión positiva creciente en la salida de A2, que es transmitida a la etapa de salida por medio de R25 y D4, a través del interruptor CMOS y del transistor T8. Es posible servirse de una señal acústica para señalar los hallazgos abandonados. A simple vista puede no resultar evidente, sin embargo, después de adquirir experiencia con el detector de metales, estarán de acuerdo en que nos encontramos ante una

función adicional muy útil. Cuando S2 está abierto, la señal procedente de A3 llega a la etapa de salida después de haber atravesado R55/D5 y, de nuevo, ES2. El amplificador de audio incluye los transistores T8, T10 y T11; T10 actúa como convertidor de nivel.

Montaje

Estamos seguros que nuestros lectores admitirán, sin duda alguna, que el aspecto del prototipo del detector de metales de Elektor tiene una presencia realmente profesional. Los lectores interesados en el montaje se preguntarán ¿nuestro detector podrá tener la misma apariencia que el que aparece en las fotografías de este artículo? Nuestra respuesta es sí... siempre y cuando su habilidad manual se lo permita. El mayor problema radica en la realización y en la puesta a punto de la bobina exploración. Con un poco de suerte podrán encontrar incluso la cabeza exploradora ajustada e impermeabilizada. En definitiva nada les impide llegar a disponer de un detector de metales cuyas características superan a las de muchos equipos comerciales de precio notablemente más elevado.

Si alguno de nuestros lectores quiere lanzarse a la construcción de la bobina exploradora (tarea que no nos parece muy recomendable), nos vemos en la obligación de advertirle que su realización es posible aunque poco práctica, ya que es, precisamente, la delicada puesta a punto la que establece la diferencia entre un detector excelente y un «detector de todo». En cualquier caso, vamos a dar sus características: la bobina de exploración consta de dos bobinados de 10 pulgadas (25 cm.) de diámetro, compuesto cada uno de ellos por 80 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,35 mm. de diámetro. Los bobinados deben aplastarse ligeramente para que adquieran forma de «D» y estarán superpuestos en una longitud de 2 cm. La posición correcta habrá que determinarla experimentalmente.

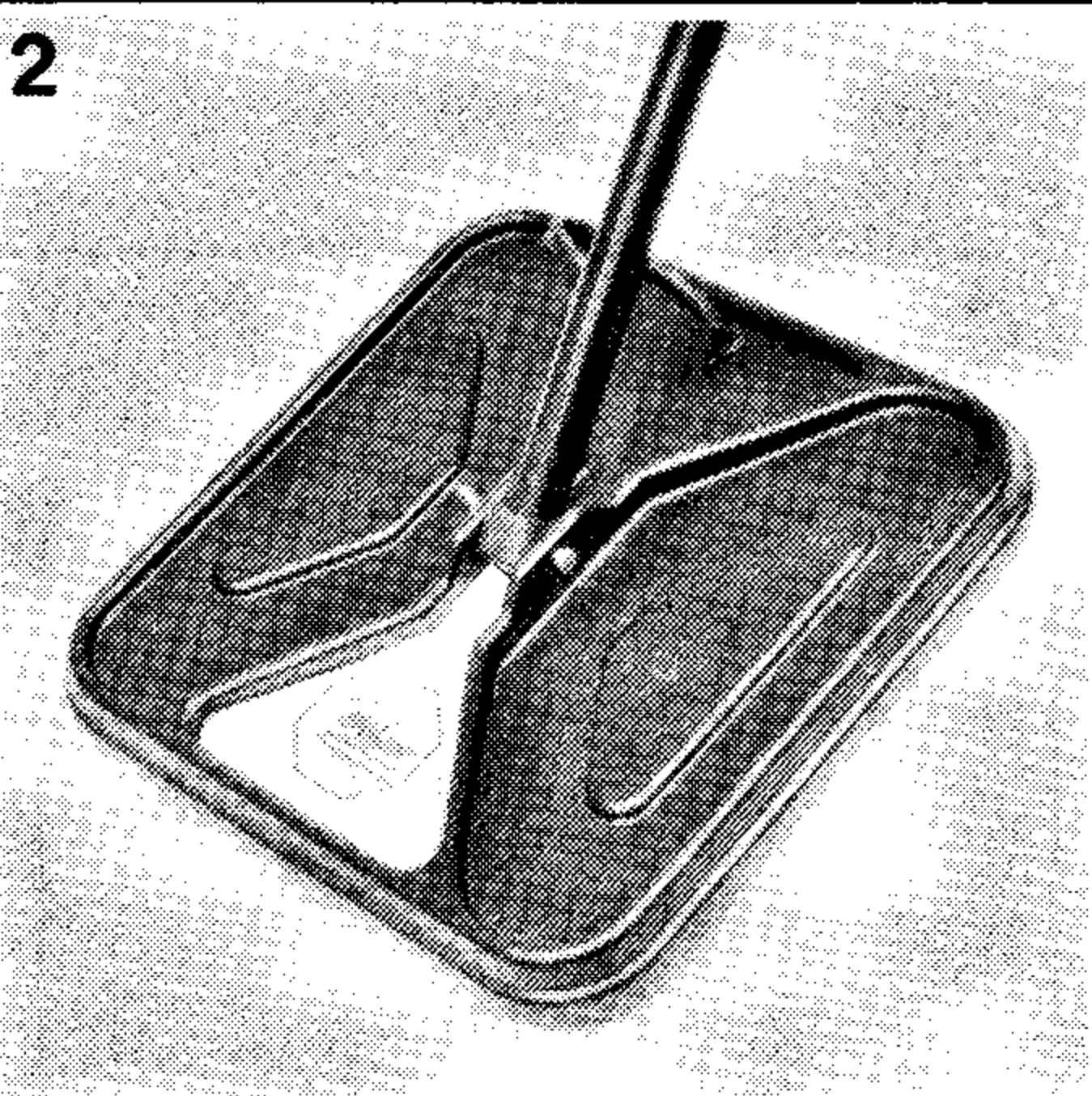
La zona electrónica del detector es de fácil construcción. Utilizando el circuito impreso diseñado al efecto, el montaje no ofrecerá la menor dificultad. Bastará con proceder a la colocación de los componentes en la forma habitual y terminar con el cableado de los puntos de conexión, para ello los detalles aportados en la figura 4 serán de gran utilidad.

¡Muy importante!

Antes de empezar a soldar componentes, es preciso realizar algunas modificaciones en la placa de circuito impreso. Esta no es precisamente una tarea que Elektor imponga habitualmente a los lectores, no obstante, en este caso, no queda más remedio que suplir el olvido de nuestro fabricante de circuitos impresos. Para evitar cualquier posible error, es conveniente que efectúen las modificaciones que le indicamos sin perder de vista la figura 6.

1. Interrumpir la pista de cobre que une el punto común de las resistencias R1/R3 con R28, en las proximidades de IC3.
2. Unir por la cara de cobre la pista que agrupa la conexión común a R1 y R3 con la pista que accede a la patilla 16 de IC2.
3. Conectar el punto común de las resistencias R2 y R6 a la pista que va a la patilla 7 de IC4.

2



Fotografía 2. Esta es sin lugar a dudas la parte más importante del detector de metales: la bobina de exploración.

La toma de -9 V que existe en el tramo de pista compartida por R2 y R6 se dejará sin conexión.

Con este simple tratamiento al que hemos sometido al circuito impreso, conseguiremos que la bobina de detección se alimente con +5 y -5 V, en lugar de con +9 y -9 V. Es necesario prestar especial atención al conexionado de los potenciómetros: el sentido de rotación debe coincidir con el que sugerimos. Si se deslizara algún error al respecto, será suficiente con invertir la posición de los hilos conectados a cada extremo de la pista del potenciómetro.

El pulsador S3 (efecto de suelo/discriminación y ajuste automático) es un conmutador de tres posiciones, cuya posición central corresponde a desconexión. La tarea de cableado debe realizarse con suma cautela para evitar un laberinto intrincado. El cableado empezará a ser correcto cuando el ajuste automático entre en funcionamiento al desplazar S3 a la posición de la derecha. El contacto «efectuado» en esta posición (normalmente, el de la izquierda), debe conectarse al punto K del circuito impreso. Aquellos que utilicen auriculares estereofónicos, se verán obligados a poner en práctica una pequeña operación quirúrgica y transformarlos en auriculares «mono», conectando los cables de señal de los canales izquierdo y derecho (¡no el de masa!). La

experiencia nos ha hecho aprender que resulta muy oportuno verificar la exactitud de todas las conexiones antes de colocar las pilas.

Ajuste

Cualquier circuito electrónico se resiste a mostrar sus virtudes al usuario, en tanto no se haya procedido a su correcto ajuste. Por este motivo, insistimos en el hecho de que el posicionamiento de los tres potenciómetros ajustables (P1, P2 y P3) debe realizarse con una precisión extrema. El proceso de ajuste requiere de la colaboración de un polímetro con dos gamas de 1 V y 10 V razonablemente precisas.

Para empezar, giraremos los elementos de ajuste totalmente en el sentido de las agujas del reloj y pondremos en funcionamiento al equipo pasando S1 a la posición R2. La primera verificación consiste en conectar el polímetro (en la gama de 10 V) a los extremos de C9, prestando atención a la polaridad, para comprobar la línea de alimentación positiva. La lectura debe situarse entre 4,7 V y 5,3 V. Observando de nuevo que la polaridad es la adecuada, hay que verificar ahora la línea de alimentación negativa en bornas de C10; la indicación debe estar comprendida entre -4,7 y 5,6 V ¡Perfecto! Si alguna de ambas tensiones excede de los límites establecidos, habrá que echar una ojeada al circuito de alimentación y a los reguladores antes de seguir adelante.

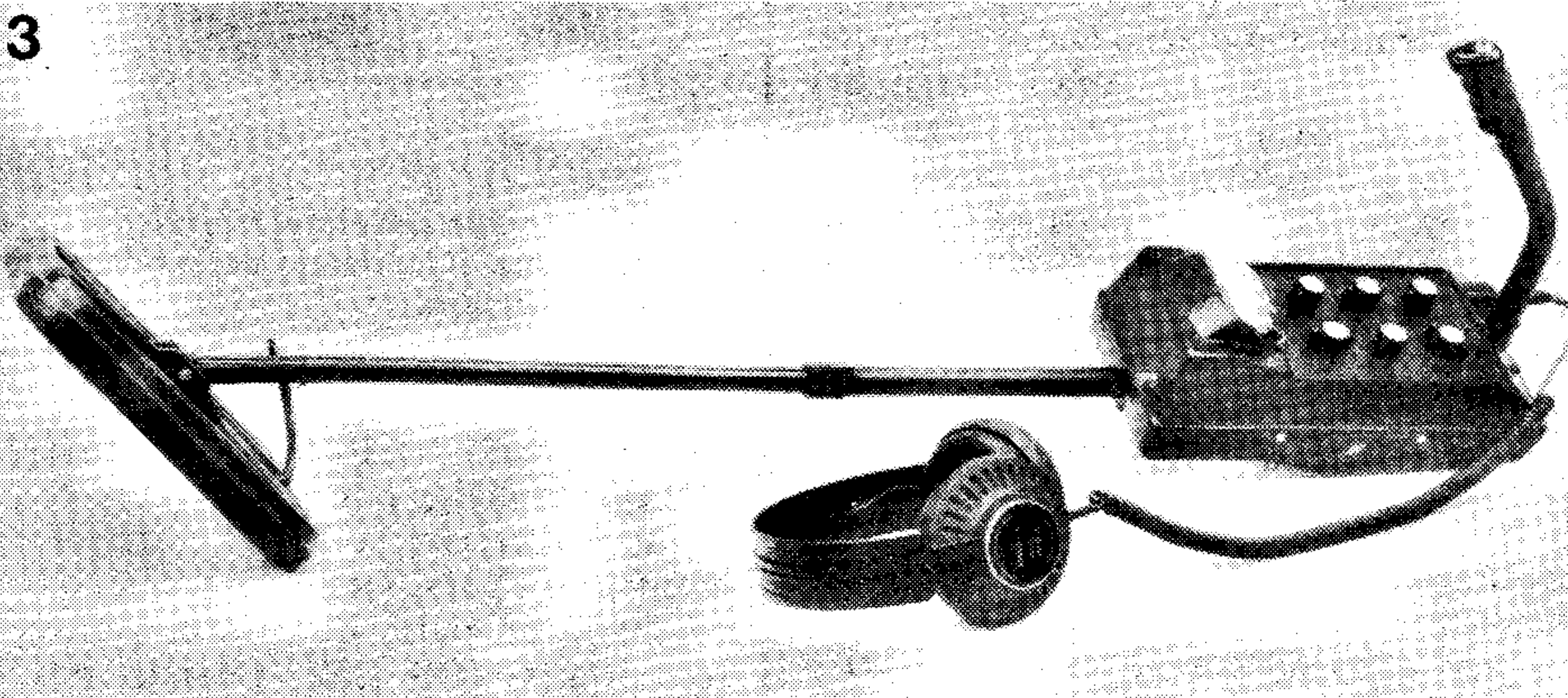
Si las tensiones medidas son correctas, se conectará el polímetro entre el punto de prueba (TP, patilla 10 de IC2) y la línea de masa de 0 V. Con el polímetro seleccionado en la gama de 1 V a fondo de escala, se actuará sobre P1 hasta el instante en el que la lectura sea de 0,55 V. A continuación, se lleva S1 a la posición R3 y se gira el cursor de P2 hasta que la indicación se detenga en 0,15 V.

Después de colocar el conmutador correspondiente en la posición «efecto de suelo», se actuará sobre P3 hasta leer en el polímetro un valor de 0,82 V ¡Y esto es todo! ¡Se acabó el proceso de ajuste!

Modo de empleo

1. Colocar S1 en la posición R3.
2. Llevar la palanca del conmutador S3

3



Fotografía 3. Nuestro prototipo de detector dispone de una barra telescópica que une la caja central del equipo con la bobina de detección. De esta forma es posible ajustar a voluntad la altura del equipo.

6

Lista de componentes:

Resistencias:

R1,R2,R35 = 100 Ω
 R3,R6 = 8k2
 R4,R5,R27 = 16 k
 R7,R11 = 2k7
 R12 = 27k
 R8,R9,R13 ... R15,R18,R21,R36,R47,
 R48,R50 ... R52,R67 = 11 k
 R10,R26,R38,R40 ... R42 = 22 k
 R16,R17 = 2 k
 R19,R49 = 27 k
 R20 = 330 k
 R22 = 390 Ω
 R23 = 3k3
 R24,R37 = 2k2
 R25,R39,R45,R56,R58 = 100 k
 R28,R29,R33,R46,R63,R66 = 1 k
 R30,R65 = 1 M
 R31,R60 = 6k8
 R32 = 470 Ω
 R34 = 5k6
 R59, R61 = 2M2
 R43,R44,R53 ... R55,R57,R69 = 47 k
 R62 = 10 k
 R64,R70 = 10 M
 R68 = 15 k
 P1...P3 = potenciómetro ajustable 10k
 P4...P7 = potenciómetro 25 k lin.
 P8 = potenciómetro 1 k lin.

Condensadores:

C1,C7,C11,C19 = 10 n MKM
 C2,C13,C17 = 220 n MKM
 C3,C5 = 4n7 cerámico
 C4 = 4 μ 7/10 V
 C6 = 1 μ MKM
 C8,C12 = 220 μ /10 V
 C9,C10 = 100 μ /10 V
 C14 ... C16,C20 = 100 n MKM
 C18 = 470 n MKM

Semiconductores:

D1 ... D5 = 1N4148, 1N914
 D6,D7 = diodo zener 5V6 400 mW.
 T1,T3,T5,T9,T11 = 2N4126, BC 560
 T2,T4,T6,T7,T8,T10,T12 = 2N4124, BC 550
 IC1,IC2 = 4046
 IC3 = 4024
 IC4 = 4007
 IC5 = LM 324
 IC6 = 3140, LF 351 o equiv.
 IC7 = 4066
 IC8 = 4093
 IC9 = 4016

Varios:

L1, L2 = bobina de exploración (Crestway Electronics)
 S1 = conmutador 4 posiciones/3 circuitos
 S2 = conmutador deslizante
 S3 = conmutador de 3 posiciones: 2 posiciones de contacto y una central de reposo; de contacto de trabajo fugitivo.
 S4 = pulsador unipolar sin retención
 M1 = galvanómetro 100 μ A (Crestway Electronics)
 Auriculares: 8 Ω
 Pilas: 2 $\times$ 9V.

UNIR PISTAS

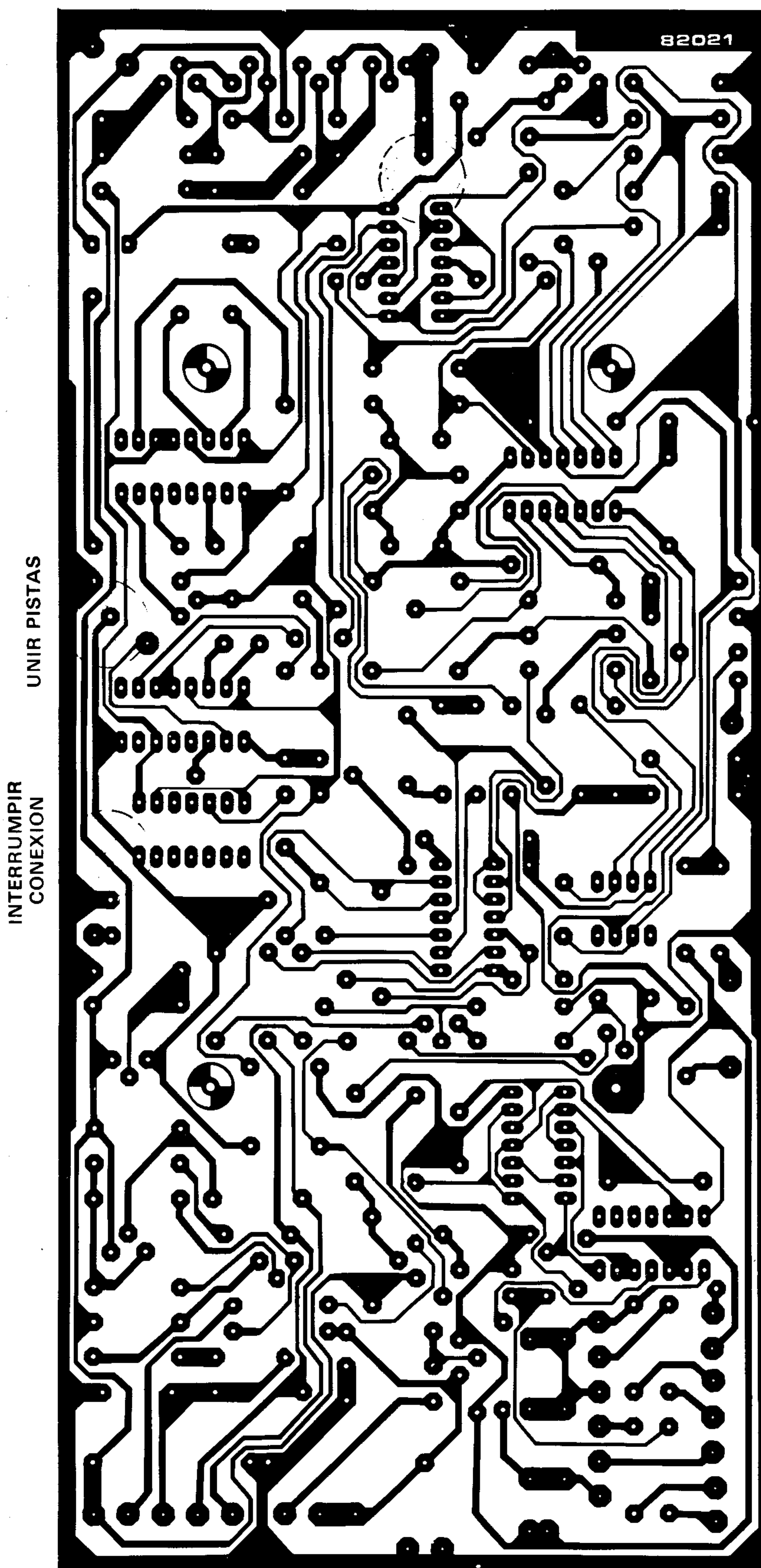
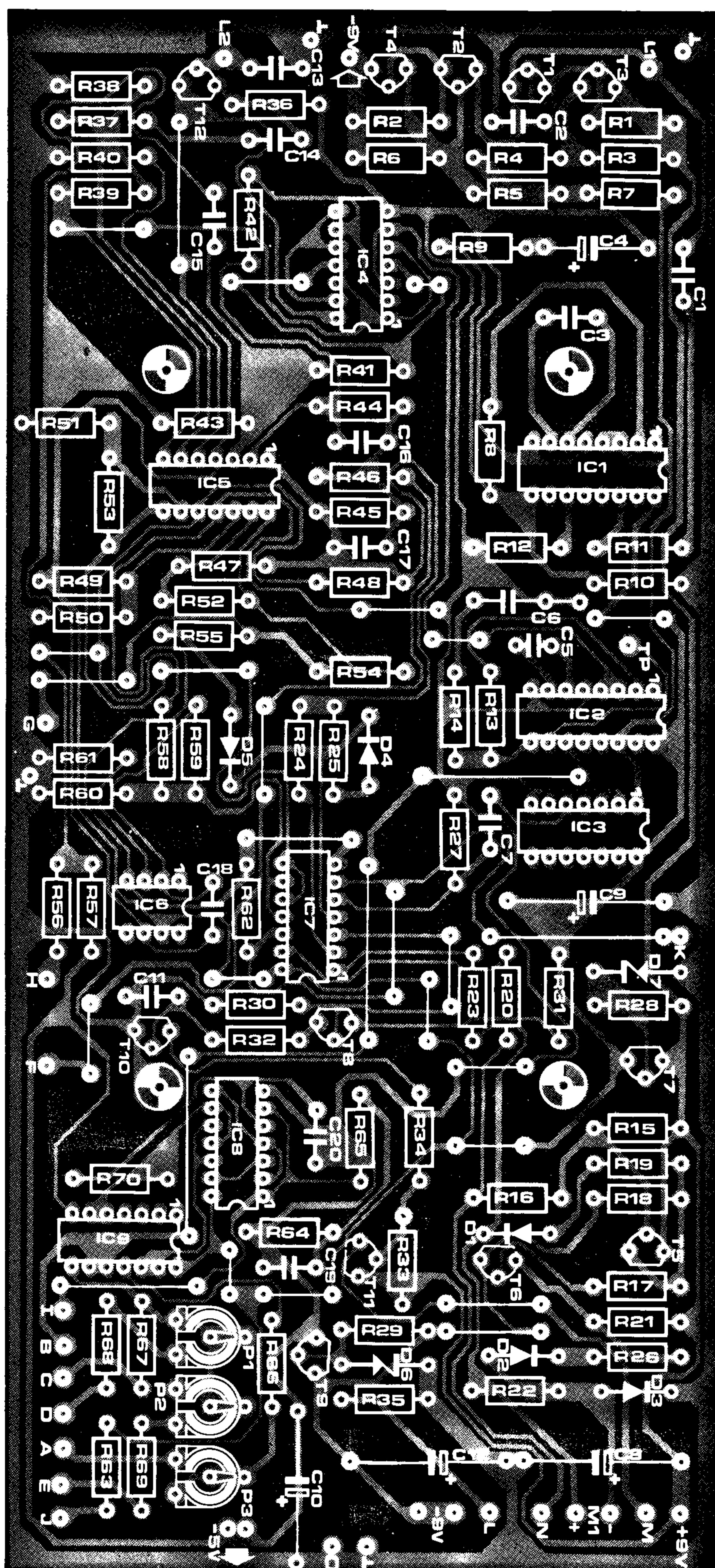


Figura 6. Trazado de pistas del circuito impreso del detector de metales de Elektor. ¡Muy importante! Observe atentamente las modificaciones a realizar.



hacia la derecha y mantenerla en esta posición.

3. Girar el botón de control «SINTONIA» hasta que el indicador se ponga a cero.

4. Llevar el control «GANANCIA» a la posición B.

5. Soltar la palanca del conmutador S3.

6. Colocar el control de volumen en la posición intermedia.

7. Examine lentamente el suelo con un movimiento balanceando ligeramente la cabeza exploradora de izquierda a derecha e inversamente. El desplazamiento del balanceo no debe exceder de unos 30 cm.

8. Practique durante un tiempo, tratando de recoger la información que aparece al detectar diversos tipos de metales. Una vez se considere familiarizado con el manejo básico del equipo, puede pasar a la próxima etapa. Ponga en funcionamiento el detector y repita la secuencia descrita en los puntos 1 al 6. A continuación, siga con los próximos apartados.

9. Accionar la palanca del conmutador S3 hacia la izquierda y devolverla a la posición de reposo.

10. Girar el control de «RECHAZO» y comprobar que este modo de actuación funciona correctamente (desplazamiento de la aguja del indicador). Si este no es el caso, hay que regresar al punto 9 y repetir el proceso.

11. Llevar el conmutador S1 a la posición R2 y girar el control del discriminador (RECHAZO) hasta su posición media.

12. Accionar momentáneamente el conmutador de palanca (S3) hacia la derecha (ajuste automático) y soltarlo para que regrese a la posición de reposo.

13. En este punto, el detector debe estar en condiciones de rechazar las hojas de aluminio y otros «detritus», y reconocer piezas metálicas de cobre-níquel, bronce, latón, y quién sabe si también de oro...

14. Al girar el botón de control «RECHAZO» hacia cero, disminuirá el índice de rechazo. El índice aumenta si la rotación del botón se efectúa hacia la graduación 10.

15. Practicar de nuevo hasta que el equipo resulte una herramienta perfectamente conocida y se adquiera una buena familiaridad con sus reacciones.

16. Las posiciones R1, R2 y R3 del conmutador S1 tienen el siguiente efecto:

- R1 proporciona el máximo índice de rechazo de los metales.
- R2 corresponde al índice de rechazo medio; coincide con la posición más utilizada.
- R3 proporciona el mínimo índice de rechazo, lo que significa que permite la detección de la mayor parte de los metales.

17. Control del efecto «suelo».

Al examinar con el detector determinada zona, puede aparecer el fenómeno que ha dado en denominar «efecto suelo», fenómeno debido a la mineralización del suelo. Su presencia es muy común al realizar el examen del suelo arenoso de una playa. Este fenómeno se caracteriza por una serie casi continua de detecciones aparentemente aleatorias. Podemos confirmar que nos encontramos realmente ante el efecto suelo si se percibe una caída del nivel acústico al separar del suelo la bobina de detección. Al respecto, añadiremos que todos los detectores de metales deben superar, de una

Figura 7. Lado de componentes del circuito impreso con la correspondiente serigrafía.

u otra forma, el citado efecto. Nuestro detector de metales es capaz de superar con eficacia este pernicioso efecto si se pone en práctica el procedimiento que describimos a continuación:

18. Accionar momentáneamente el conmutador de palanca situándolo en la posición izquierda y devolverlo, seguidamente, a la posición central.

19. Girar el control de efecto suelo «SUELO» hasta que el indicador manifieste una desviación.

20. Variar la posición de este control entre la graduación 0 y 10, con lo cual aumentará o disminuirá la compensación del efecto suelo. Detenerlo en la posición idónea que coincidirá con el punto en el que la señal acústica no sufrirá modificación alguna al separar del suelo la cabeza de exploración.

21. Control de ganancia (GANANCIA). La posición de este control determina la sensibilidad del detector. Su posición más común se sitúa en las proximidades de la graduación 10 (ganancia máxima). Si su terreno de examen predilecto es la playa, donde pretende localizar las monedas que suelen desaparecer a los visitantes bajo la superficie de arena, el hecho de disminuir la ganancia hará que detecte sólo los objetos metálicos próximos a la superficie. Tendrá que olvidarse de los objetos hundidos a mayor profundidad.

22. Ajuste automático.

Cada vez que se cambie de modo o que se modifique la ganancia, el control de rechazo o la compensación del efecto suelo, es necesario llevar la palanca de S3 a la posición derecha con objeto de reinicializar el ajuste a cero del indicador. Una advertencia importante durante las operaciones de búsqueda este conmutador debe permanecer en la posición de reposo, de lo contrario, estaría constantemente activado el integrador rápido.

23. El conmutador deslizante S2, situado a la izquierda de la caja, debe estar posicionado normalmente hacia el indicador. En esta posición se obtiene una señal acústica al desplazarse la aguja de la escala hacia la derecha. Si el conmutador se encuentra en la posición contraria, se generará la señal acústica cada vez que oscile la indicación, cualquiera que sea el sentido de su desplazamiento, si bien, se percibirá un cambio de tono al producirse la detección de un metal.

Este modo de funcionamiento es perfecto para la búsqueda exploratoria ya que es inútil y molesto concentrarse constantemente en la observación del indicador.

24. Pulsador de verificación del estado de las pilas.

Una presión sobre este pulsador nos indicará el estado de carga de las pilas. Habrá que pensar en reemplazarlas cuando la indicación leída en estas condiciones no supere la graduación 10 de la zona derecha de la escala.

Una última observación acerca de las pilas: el tipo idóneo de pila es la que obedece a la referencia PP6, aunque su localización es problemática. Una solución de recambio consiste en utilizar dos soportes para seis pilas de 1,5 V y alojarlos en el interior de la caja.

En condiciones normales, el circuito no debe presentar excesivos problemas de puesta

Notas para los buscadores (¡autorizados!) de tesoros

El hallazgo de tesoros con un detector de metales exige una enorme suerte y experiencia. Doña Fortuna sonríe al que le place y por lo tanto tendremos que hacer hincapié en la segunda componente del éxito: la experiencia.

Para adquirir una buena familiaridad con el detector de metales es necesario un cierto período de adaptación. A través de la propia experiencia, irán descubriendo las argucias que le permitirán diferenciar los metales féreos de los no-féreos a través de las indicaciones del detector.

Un movimiento rápido de la aguja indica que se ha detectado acero. A ciencia cierta no sabemos porqué, pero el bronce tiene tendencia a producir un sonido con un ligero «gorgoteo» en los auriculares. Las piezas pequeñas y anillos, localizados cerca de la superficie, producen una señal muy limpia con un corte brusco todo/nada. Por supuesto, para los objetos de mayores dimensiones el sonido se hará presente al examinar una superficie mayor. Según nuestras informaciones, procedentes de fuentes dignas de crédito, la detección de oro produce un impulso doble con efecto de eco.

Si quiere llegar a algún resultado, tiene que descartar el desplazarse rápidamente y el balanceo violento de la cabeza de exploración, que habrá de mantener a 1,5 o 2 cm. del suelo, aproximadamente. Con un poco de entrenamiento verá facilitada la tarea. Recuerde que la limpieza de la cabeza de exploración es una labor absolutamente imprescindible.

Se nos ha afirmado que el hecho de dejarse crecer la barba y levantarse a horas intempestivas no hace más que aumentar las posibilidades de éxito; no obstante, lamentamos no poseer los documentos suficientes como para corroborar esta tesis. El verdadero buscador de tesoros se reconoce por su mirada fija y ausente y por su balanceo suave y continuo. Si encuentran a alguien que no es capaz de abandonar su pala o que duerme con los auriculares puestos, no les quepa la menor duda... ¡están ante un buscador de tesoros!

a punto. En cualquier caso, no está de más indicar algunas posibles soluciones simples aunque eficaces. Una prueba de la corrección del montaje, en líneas generales, puede obtenerla midiendo la amplitud de la señal aplicada a la bobina de exploración: ésta debe ser del orden de los 8 V pico a pico. Por otra parte, cabe precisar la conveniencia de utilizar para IC6 un circuito integrado del tipo CA 3140; su sustitución por alguno de sus equivalentes puede repercutir en un funcionamiento irregular del montaje.

Por último, si el detector de metales funciona correctamente en todas las gamas excepto en la de R1, es necesario invertir una de las bobinas de la cabeza de exploración (L1 o L2) respecto a la otra ¡Y esto es todo!... sólo nos queda por desearle que sus búsquedas se vean gratamente recompensadas.

el duende de elektor

Cronoprocador Universal

elektor núm. 28, septiembre 1982

¡No salimos de nuestra sorpresa! No acertamos a imaginar cómo puede haber ocurrido, pero lo cierto es que la combinación secreta para el acceso a nuestra cuenta corriente en Suiza ha salido mezclada con el listado hexadecimal del programa para el Cronoprocador Universal. ¡Cuando pillemos al duende, se va a acordar de esta indiscreción!...,

Naturalmente, los datos de nuestra «secreta» cuenta no tienen interés alguno para nuestros lectores, así pues, les damos a continuación el listado de datos correctos entre las direcciones 0800 y 0B10.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0800:	D8	A9	FF	AA	E8	95	00	EA	3D	D4	F9	A9	88	E8	95	00
0810:	E0	47	D4	F9	A9	00	85	0F	85	21	8D	00	04	85	60	AA
0820:	95	48	E8	E0	3D	D4	F9	E6	4C	E6	61	A9	7F	85	81	85
0830:	83	AA	9A	58	00	EA	20	44	09	C9	FF	D0	F9	A5	B7	
0840:	20	8C	0B	24	87	50	F9	78	A9	09	85	61	A9	00	85	21
0850:	85	4F	E6	60	73	68	09	20	1D	09	C9	F8	F0	31	C9	DF
0860:	D0	F2	A9	00	5	60	A5	21	F0	10	C9	02	F0	04	46	21
0870:	D0	E2	E6	4F	A5	4F	C9	01	D0	06	A9	40	85	21	D0	D4
0880:	46	21	20	1D	09	C9	DF	F0	BE	C9	FD	D0	F5	F0	A4	A5
0890:	21	F0	1E	A6	4F	A9	40	C5	21	F0	24	4A	C5	21	F0	20
08A0:	4A	C5	21	F0	2C	4A	C5	21	F0	28	4A	C5	21	F0	34	D0
08B0:	33	A6	4C	E8	E0	08	D0	02	A2	01	86	4C	4C	54	08	18
08C0:	CA	F0	08	A2	02	A9	24	90	2C	08	3B	A2	03	A9	32	D0
08D0:	F6	18	CA	F0	08	A2	01	A9	60	90	1A	B0	29	A2	05	A9
08E0:	13	D0	F6	18	CA	F0	08	A2	00	A9	60	90	08	B0	17	A2
08F0:	06	A9	A0	D0	F6	85	50	B5	48	69	10	C5	50	90	02	A9
0900:	00	95	48	4C	54	08	85	50	F6	48	B5	48	29	0F	C9	0A
0910:	D0	06	A9	F0	35	48	95	48	B5	48	4C	F8	B0	20	E9	0A
0920:	D0	F8	20	E9	0A	F0	F8	20	E9	0A	F0	F6	60	FF	FF	FF
0930:	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	FF	86	5B	84
0940:	46	62	90	12	A2	02	B5	48	60	02	D0	03	20	89	09	95
0950:	67	CA	10	F2	30	12	A5	48	20	89	09	85	69	A5	40	20
0960:	09	09	85	68	A5	4E	85	67	A6	4C	A9	7F	38	6A	CA	D0
0970:	F8	85	66	A5	60	F0	0A	E6	11	E6	11	10	04	A9	FF	85
0980:	66	20	13	08	A6	5B	A4	5C	60	A8	F0	06	C9	0F	B0	02
0990:	09	F0	60	A0	00	20	0B	0A	49	60	D0	6E	99	48	00	20
09A0:	0B	0A	49	60	D0	64	99	49	00	20	0B	0A	49	24	D0	5A
09B0:	99	4A	00	20	0B	0A	20	0B	0A	C9	08	D0	05	A9	01	99
09C0:	4C	00	89	4B	00	C9	20	0B	41	C9	31	30	11	6A	90	26
09D0:	B9	4D	00	C9	08	10	02	49	FF	6A	B0	1A	90	2C	B9	4D
09E0:	00	C9	02	D0	25	B9	4E	00	29	13	F0	04	C9	12	D0	06
09F0:	B9	4B	00	6A	B0	14	A9	01	99	4B	00	20	0B	0A	C9	13
0A00:	D0	08	A9	01	99	4D	00	20	0B	0A	60	18	B5	48	F8	69
0A10:	01	D8	95	48	E8	60	48	98	48	8A	48	A9	00	85	81	A5
0A20:	82	85	64	C6	61	F0	08	A5	01	A9	79	85	9F	D0	1B	A9
0A30:	82	85	9E	A5	1D	F0	07	A5	48	D0	03	20	5B	0A	A2	00
0A40:	20	93	09	EA	EA	EA	A9	09	85	61	A5	64	85	82	A9	7F
0A50:	85	81	68	AA	68	A8	68	40	85	01	A2	02	A9	00	8A	8A
0A60:	0A	0A	0A	0A	85	0E	B1	0E	0A	44	4C	0A	88	D0	FC	90
0A70:	08	A9	FE	25	01	85	01	80	1F	C8	C8	A5	4A	D1	0E	F0
0A80:	04	B0	0A	90	13	A5	49	C8	D1	0E	90	0C	88	C8	A9	01
0A90:	45	01	85	01	C0	09	D0	E2	06	01	CA	10	BF	66	01	E8
0AA0:	F0	14	F0	25	20	D5	0A	98	C5	4C	90	F3	D0	1B	B5	2A
0AB0:	1A	4A	C5	4A	F0	04	90	0E	B0	0F	B5	2A	29	03	A8	A5
0AC0:	49	D9	F3	0F	90	03	4C	9F	0A	BA	29	01	0A	0A	0A	05
0AD0:	01	8D	00	04	60	8A	48	4A	AA	B5	3E	90	08	4A	4A	A5
0AE0:	4A	A8	68	AA	60	29	0F	10	F8	A5	4F	C9	01	08	A5	48
0AF0:	A6	49	A4	4A	28	D0	06	A5	4E	A6	4D	A4	4B	85	67	86
0B00:	68	84	69	A5	21	F0	06	20	81	0F	4D	10	0B	20	68	09
0B10:	AA	E8	60	A9	40	85	1B	A2	04	A9	02	85	1C	B5	65	C6

IPROM

elektor núm. 25, junio 1982

Tal como aparece descrita en el correspondiente artículo, la IPROM es compatible con una memoria EPROM del tipo 2716 ó 2516 a efectos de lectura. Sin embargo, en lo relativo a grabar información en la IPROM, hay que tener en cuenta los siguientes puntos:

1. La patilla de control de lectura/escritura (R/W, pin 21) de la 6116 estará siempre a nivel alto si se inserta directamente en un zócalo destinado a 2716. Para que sea posible escribir, es preciso cortar el contacto entre el zócalo inferior de la IPROM y la placa EPS82019-1 que contiene las resistencias, llevando a este último punto una señal de RAM R/W (R/W operada en forma AND con $\phi 2$).

2. Para que la selección de la IPROM sea totalmente compatible con una 2716, es necesario cruzar entre sí los dos puentes que van desde las patillas 18 y 20 de la placa EPS 82019-2 (resistencias R27 y R28) hasta las patillas 2 y 9 del 4071 en la placa EPS 82019-1.

electro-diapasón

Este artículo será de especial interés para aquéllos de nuestros lectores que disfruten con la música y particularmente, para los propios músicos.

La tarea de afinar rápida y eficazmente cualquier instrumento puede resultar, en ocasiones, problemática y, cuando menos, ardua. En este artículo se proporciona un método fácil y rápido con un circuito constituido por un mínimo de componentes (sólo tres circuitos integrados). El empleo de la tecnología digital garantiza que la sencillez no vaya en detrimento de la exactitud.

Además, el circuito se presta, en sí mismo, a ser modificado para adaptarse a cualquier necesidad particular.

S. Akkal

Se ha dicho que lo sencillo es bello. En este caso particular, es posible que no se trate de algo intrínsecamente bello pero, no obstante, el electro-diapasón proporcionará lo que muchos músicos han estado buscando desde hace bastante tiempo.

Hay dos problemas principales inherentes a los generadores de tonos (que es lo que realmente es un diapasón). El primer problema planteado es el de la estabilidad. Es evidente que el instrumento objeto de afinado, sólo puede ser tan exacto como lo sea la propia fuente de sintonía utilizada y, por consiguiente, el circuito debe producir la misma nota musical «fa» sostenida (fa #) en el transcurso de un mes. Un gran número de componentes agrava este inconveniente, debido a la dispersión de sus tolerancias. La segunda dificultad se plantea cuando la fuente sintonizadora proporciona varias notas. Naturalmente, debe fijarse la relación entre ellas y también han de mantenerse estables. Un vistazo al diagrama circuital ilustrado en la figura 1 nos indicará que difícilmente podría reducirse el número de componentes. Todos los tonos disponibles se derivan de un oscilador «maestro» (o generador de frecuencias). Este último, está constituido por dos puertas (N1 y N2) y para mayor precisión, es controlado por cristal. Con ello se resuelven eficazmente los problemas de la estabilidad y de la precisión a largo plazo. El empleo de un cristal de cuarzo, mantiene la desviación en un mínimo absoluto. La frecuencia del oscilador puede ajustarse por medio del condensador variable C1.

La frecuencia del oscilador se aplica a la pa-

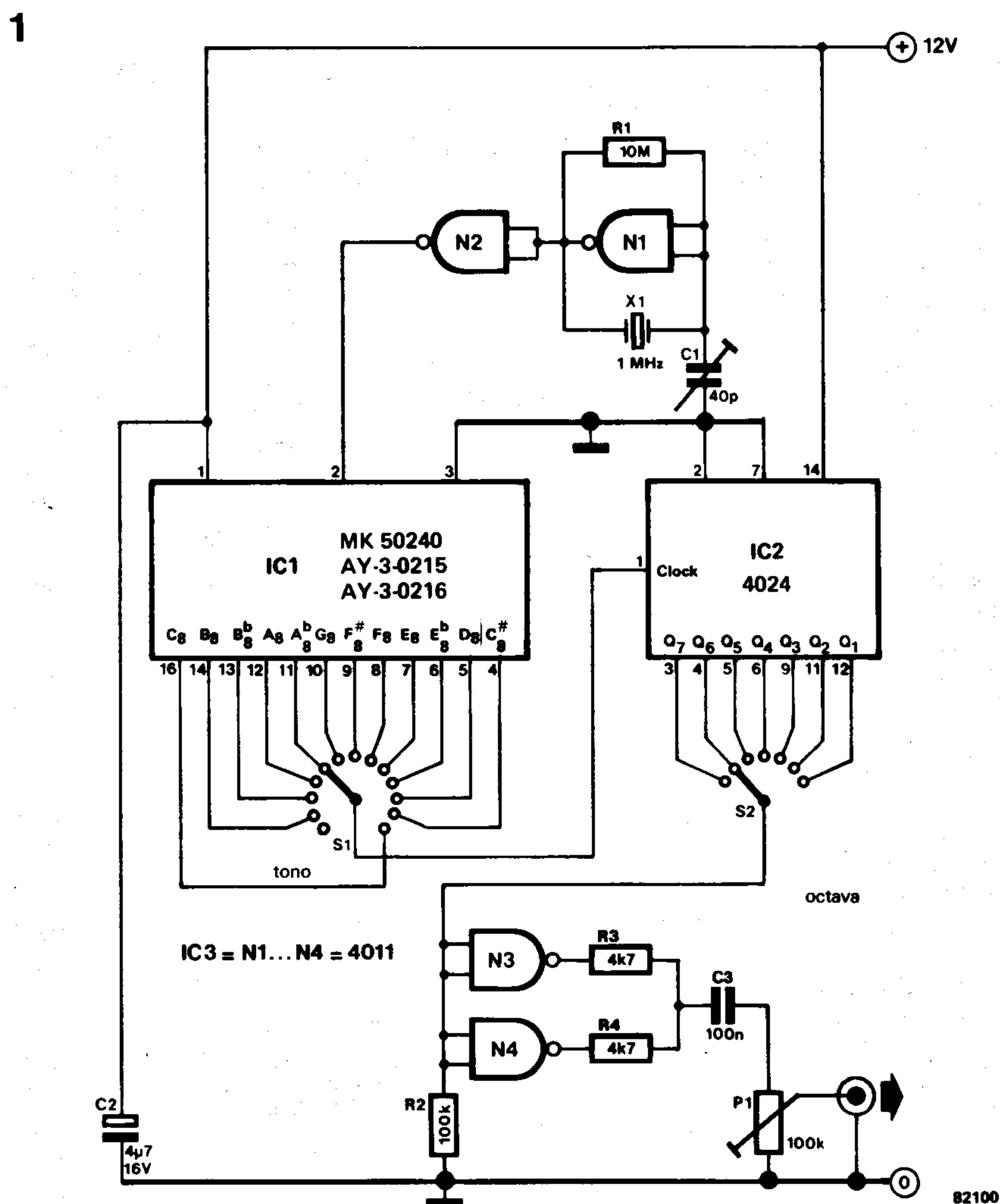


Figura 1. Esquema del circuito electro-diapasón.

tilla 1 del circuito integrado IC1, que desempeña la función de generador «maestro» de tonos. Este último proporcionará el conjunto completo de 13 notas de una octava, sin necesidad de componentes externos.

Un cristal de 1 MHz, proporcionará una frecuencia, en la patilla 16, de 2092,0502 Hz para la nota musical do (C₈). Vale la pena considerar la complejidad de los circuitos que se utilizaban para realizar esta tarea antes de la aparición de los circuitos integrados LSI.

Resulta muy sencillo seleccionar cualquiera de las salidas con la ayuda de un conmutador (S1, en este caso). Sin embargo, todavía estamos limitados a las notas de una sola octava, aunque ello puede ya satisfacer muchas necesidades, pero sería de gran utilidad poder seleccionar también entre varias octavas. Afortunadamente, esto se puede conseguir de una forma bastante simple. El cursor del conmutador S1 se conecta directamente a la entrada de reloj de un contador de 7 etapas, IC2. Las siete salidas de este circuito integrado nos permiten seleccionar una de entre las siete octavas disponibles.

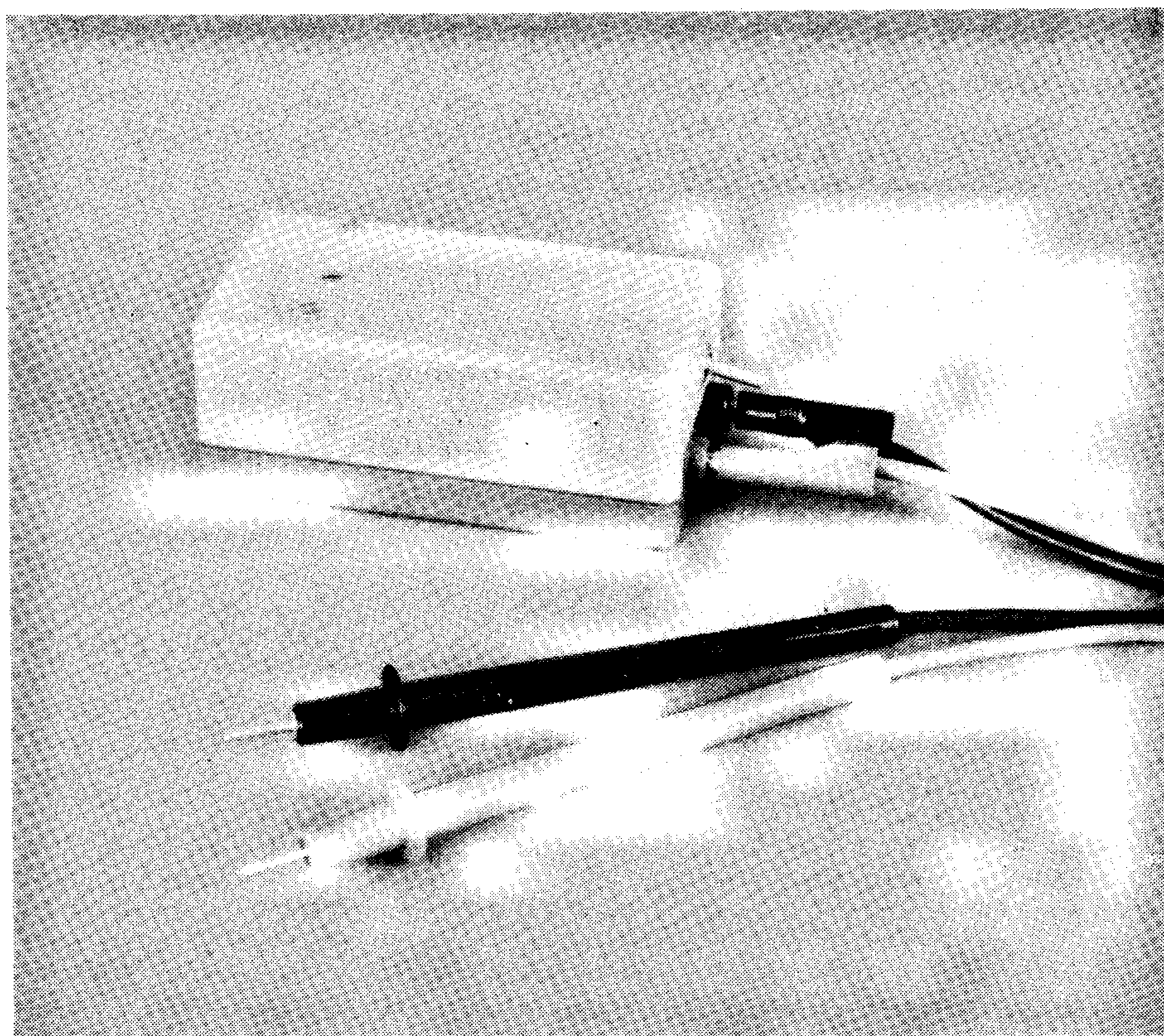
Todo lo que queda del circuito son las puertas N3 y N4 y los componentes asociados. Dichas puertas están conectadas en paralelo y actúan como amplificadores separadores («buffers») para la salida. La función del potenciómetro P1 es el ajuste del nivel de salida.

Para la calibración exacta, se precisa un contador de frecuencias. Este último, se conecta a la salida de N2 y se ajusta C1 para obtener una lectura de 1,00012 MHz. Sin embargo, en la realidad, la diferencia entre este valor y 1 MHz es tan pequeña que puede despreciarse. Aunque originalmente fue concebido como una ayuda a la sintonía o afinación, el circuito puede tener muchas otras aplicaciones. Para fines específicos, uno o incluso ambos conmutadores pueden omitirse y uno o unos pocos tonos concretos pueden cablearse físicamente. Por ejemplo, los guitarristas requerirán las notas mi, la, re, sol, si y mi. Un conmutador de seis vías con «tomas» en las salidas correspondientes, proporcionará dichas notas directamente sin ningún tipo de complicación.

mini-téster

¿cómo anda el estado de salud de las conexiones eléctricas?

El mini-tester es un instrumento «de bolsillo» idóneo para comprobar la calidad de las soldaduras y conexiones de un circuito electrónico. El resultado de su examen nos lo comunicará a través de una simple señal acústica que se hará audible cuando la conexión auscultada esté en perfecto estado. No cabe duda de que este tipo de indicación es mucho más cómoda que la que se obtiene al utilizar un polímetro para este cometido. Con el mini-tester, el usuario dispone de total libertad para concentrar la vista en la tarea de examen, sin necesidad de repartirla entre el circuito y la escala indicadora. Por lo demás, el mini-tester evita el deterioro de los componentes sensibles y economiza el consumo de su pila al inyectar una señal muy débil.



Al tratar de comprobar una conexión dentro de una jungla de hilos y de pistas conductoras, es muy probable que nos encontremos con que algunas resistencias, semiconductores y otros componentes están «implicados» en la medida. Además, es posible que algunos componentes no puedan soportar la corriente, o la tensión, o ambas magnitudes, que inyecta el comprobador. Por este motivo, un buen comprobador es aquél que no reacciona ante la presencia de una unión P-N de baja resistencia (diodos, transistores) o de una resistencia muy pequeña (no olvide esta circunstancia si decide lanzarse al diseño de su propio instrumento).

Asimismo, la sensibilidad de un dispositivo de esta naturaleza ha de ser tal que pueda funcionar con una señal de prueba de débil potencia. El circuito ilustrado en la figura 1 satisface, con mucho, todas las exigencias anteriormente indicadas.

Gracias a la alta ganancia del amplificador operacional (tipo 741) utilizado en este circuito, la corriente y la tensión para la señal de prueba pueden limitarse a los valores máximos de $200\ \mu\text{A}$ y de $2\ \text{mV}$ respectivamente.

El amplificador operacional está montado como un amplificador diferencial y por ello amplifica considerablemente la diferencia de tensión entre la entrada inversora (negativa, patilla 2) y la no inversora (positiva, patilla 3). La caída de tensión a través de R_2 asegura que la salida del amplificador operacional se haga negativa, puesto que la entrada inversora tiene un potencial más alto que la entrada no inversora. El potencial en esta última puede aumentarse accionando el potenciómetro P_1 , de modo que esta entrada llegue a ser más positiva que la inversora (tan pronto como caiga la tensión a través de R_2). El resultado es una tensión positiva en la salida del amplificador operacional. El oscilador, construido en torno a N_1 , generará un sonido a través de un resonador piezo-eléctrico (B_z) o zumbador. La caída de tensión a través de R_2 es causada por un buen contacto entre las puntas de prueba del comprobador y por el cierre consiguiente del bucle. P_1 permite la calibración fina del dispositivo.

En comparación con una indicación óptica, la indicación acústica no sólo es más cómoda sino también más económica por su menor consumo de corriente. El resonador será más potente cuando se excita con su frecuencia de resonancia (unos $4,6\ \text{kHz}$). El consumo se sitúa en las proximidades de $3\ \text{mA}$. La frecuencia y, por tanto, el volumen sonoro puede ajustarse con la ayuda de P_2 .

Calibración

Tras una calibración correcta, sólo se toleran resistencias de hasta $1\ \text{ohmio}$ como máximo (en una conexión). Cualquier valor inferior a un ohmio será indicación de un contacto satisfactorio o de un cortocircuito involuntario e indeseable. El procedimiento de calibración es el que se indica a continuación:

- Colocar las puntas de prueba en los bornes de una resistencia de un ohmio (con una tolerancia del 5% o del 10%) y actuar sobre P_1 de modo que el resonador esté en condiciones de emitir un sonido audible.

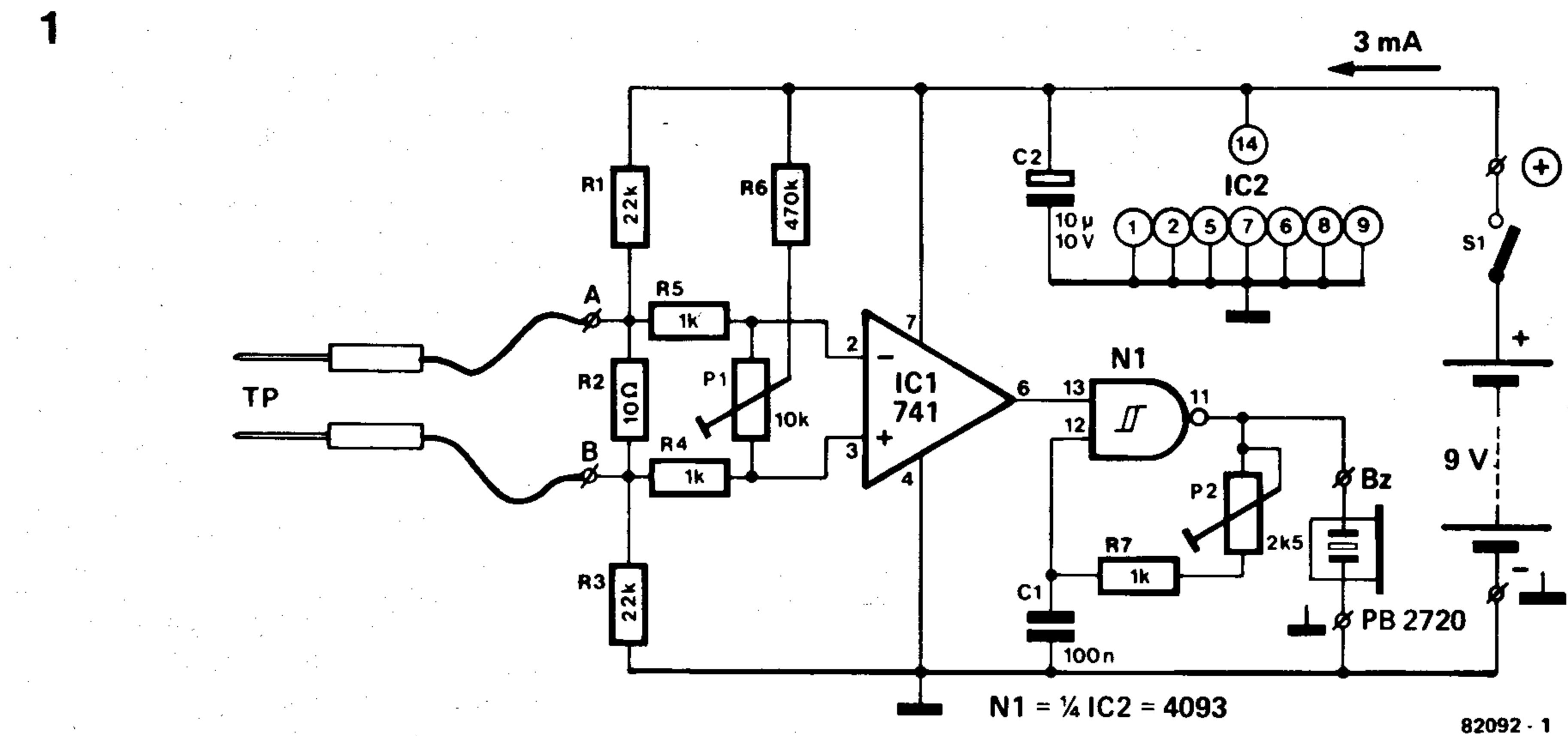


Figura 1. Esquema completo del mini-tester.

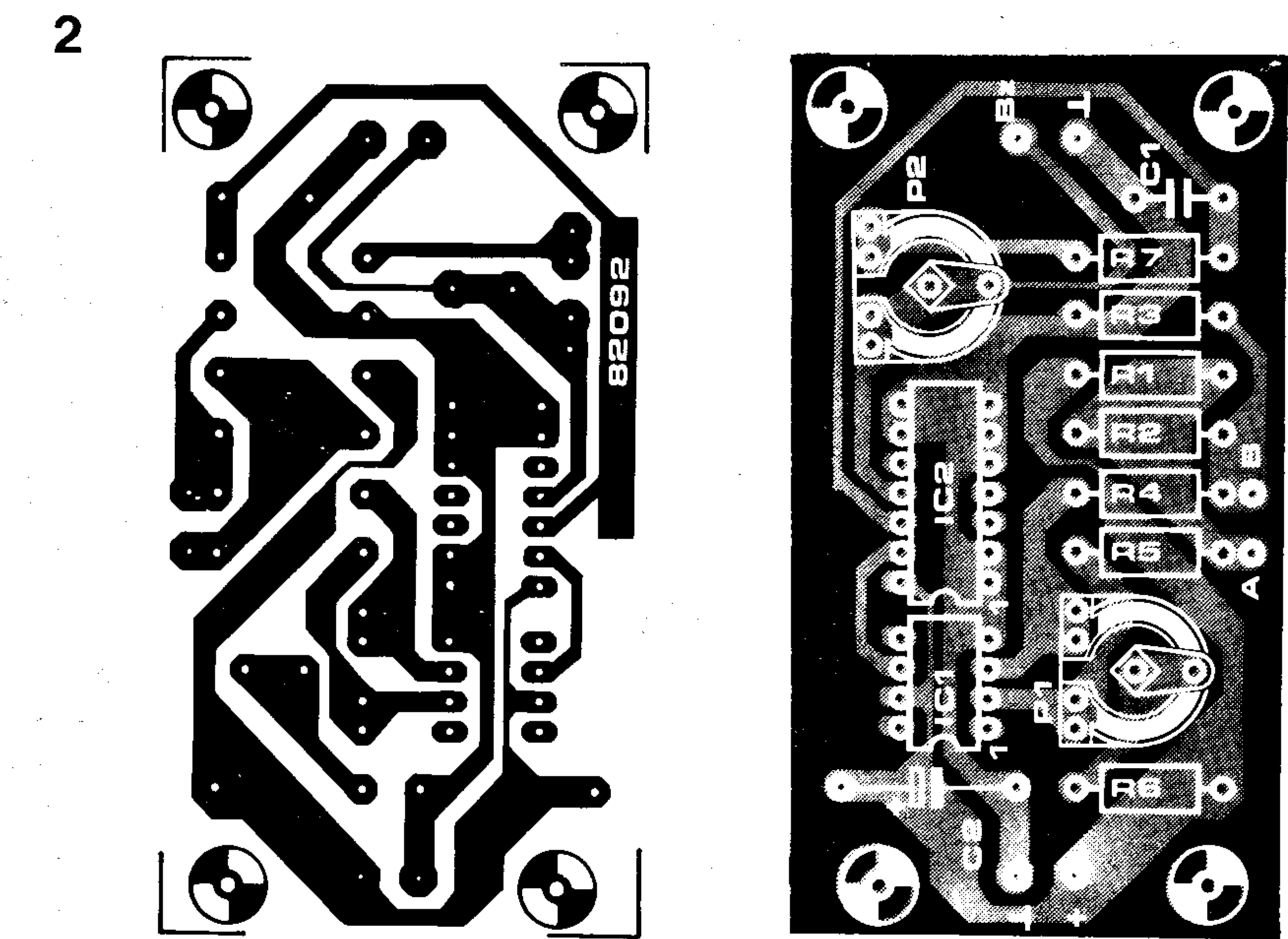


Figura 2. Diseño del circuito impreso y disposición de los componentes del comprobador. El circuito asociado de la pila de 9 voltios se aloja fácilmente en una caja de plástico de pequeñas dimensiones: 100 × 50 × 40 mm.

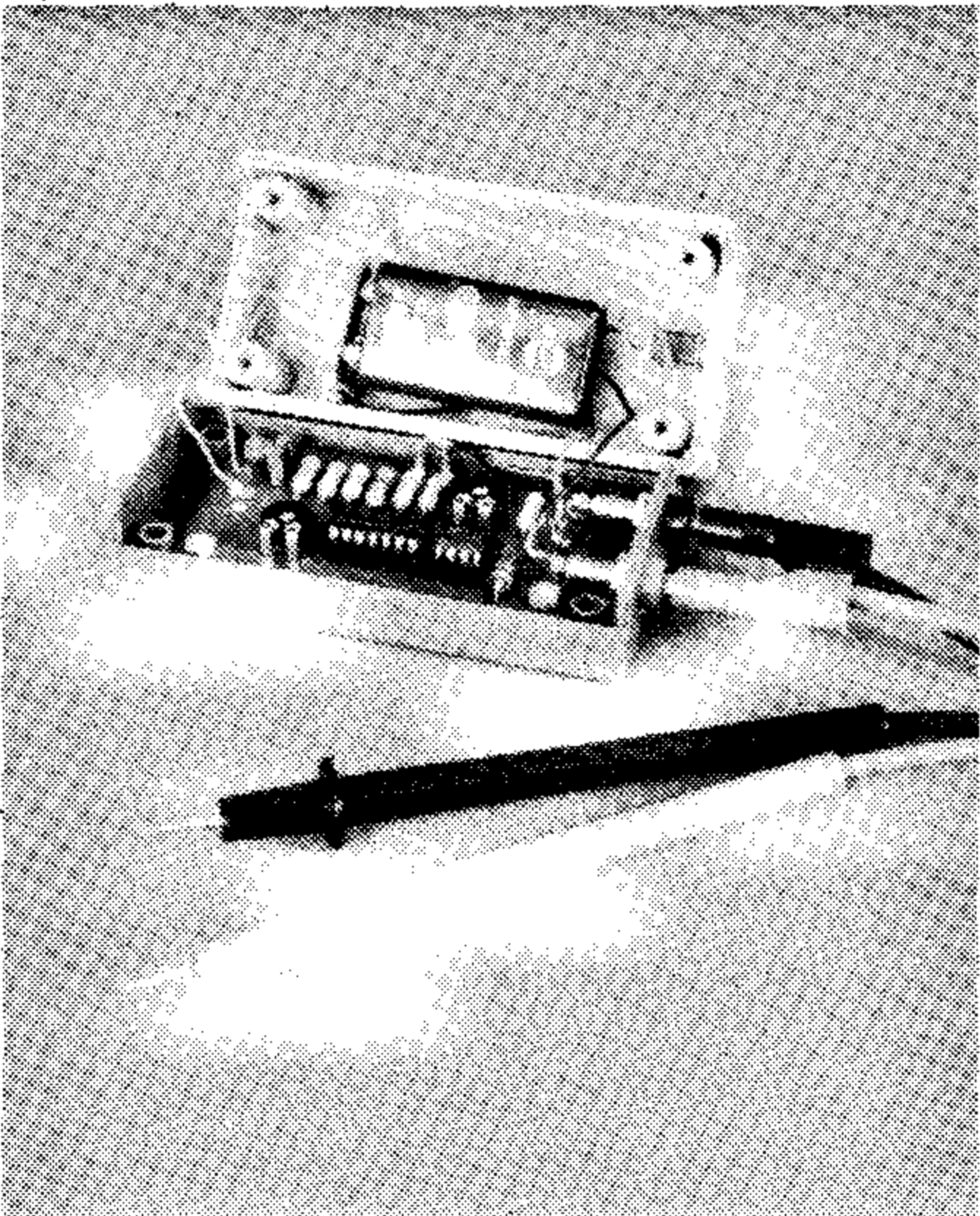
Lista de componentes:

- Resistencias:**
R1,R3 = 22 k
R2 = 10 Ω
R4,R5,R7 = 1 k
R6 = 470 k
P1 = 10 k ajustable
P2 = 2k5 ajustable

- Condensadores:**
C1 = 100 n
C2 = 10 μ/10 V

- Semiconductores:**
IC1 = 741
IC2 = 4093

- Varios:**
Bz = zumbador piezo-eléctrico (TOKO/PB2720 ó equiv.)
S1 = interruptor



— Retirar la resistencia de 1 ohmio y poner en contacto las puntas de prueba; el resonador debe volverse a escuchar. Como se indicó anteriormente, el potenciómetro P2 permite ajustar el volumen. Cuando se separen las puntas de prueba, el resonador debe dejar de emitir una señal audible.

— Se puede confirmar el buen funcionamiento del aparato colocando una resistencia de pocos ohmios entre las puntas de prueba. Si suena el zumbador, la calibración tendrá que repetirse comenzando desde el principio.

Una observación final. La tensión de alimentación del circuito objeto de prueba debe desconectarse cuando se examine con el comprobador descrito en este artículo. Es preciso que se haga así, pues la tensión de alimentación podría tener una influencia negativa sobre el funcionamiento del comprobador e incluso llegar a provocar su destrucción.

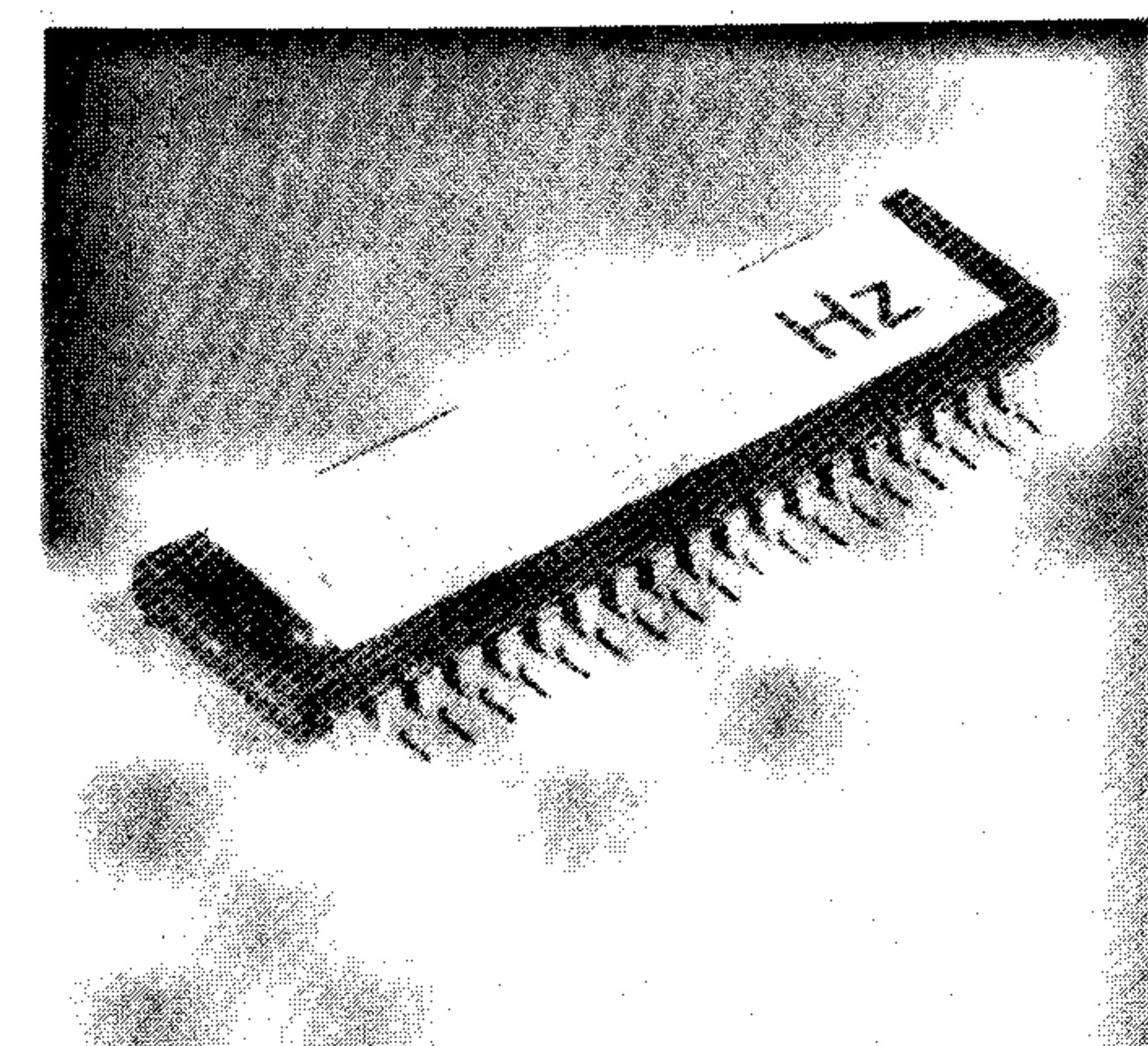
la belleza
de la simplicidad

el Junior como frecuencímetro

A menudo, se ve a los sistemas basados en microprocesador como eficaces brujos matemáticos.

Hay quien cree que un microprocesador (μP para los íntimos) algo así como un «brujo matemático». La verdad es que no hay porque desmentirlo, tiene sus visos de razón. Si aceptamos este atributo, no tiene porque sorprendernos la aptitud que tienen los sistemas basados en microprocesador para «contar». En esta ocasión, vamos a educar al Junior Computer precisamente para eso: para contabilizar el número de acontecimientos que ocurren durante un determinado período de tiempo, o dicho de otra forma, para medir frecuencias.

G. Sullivan



El término «frecuencia», se aplica a un fenómeno periódico que se produce de forma regular. Para que nos entendamos: el mes de mayo se caracteriza por que el sol se acuesta con una frecuencia de 1 vez al día ¡Ciertamente! Veamos ahora un ejemplo más electrónico. Si una tensión alterna cambia de polaridad 100 veces por segundo, nos estaremos refiriendo a una frecuencia de 100 Hz (Hertzios). En las mediciones electrónicas, el dato que interesa particularmente es la frecuencia de una corriente o de una tensión alterna.

¿Cómo tenemos que ingeniárnoslas para medir una frecuencia?... muy fácil: basta simplemente con contar el número de cam-

bios de polaridad que han ocurrido en el intervalo de un segundo, sea de «positiva» a «negativa» o viceversa ¿Y esto como se hace con un microprocesador? En primer lugar, se escribe un programa que permita visualizar el contenido de un cierto número de posiciones de memoria consecutivas. Este programa, no tiene más duende oculto que el permitirnos observar la última frecuencia medida. A continuación, hay que hacer que el programa en cuestión pueda ser interrumpido, cuando ha transcurrido un intervalo de medida de 1 segundo o cuando, de una u otra forma, se ha determinado que la tensión alterna ha cambiado de polaridad. La zona del programa concebida para el tratamiento de la interrupción debe empezar por determinar cuál es el motivo de la interrupción. Si éste es que la tensión alterna ha pasado por el valor cero, será necesario incrementar el contador de períodos. Si, por el contrario, el motivo de la interrupción es que ha transcurrido un segundo, la tarea a realizar consistirá en copiar el contenido de las posiciones de memoria del contador de períodos en los registros de visualización; acto seguido, empezará un nuevo intervalo de medida. El proceso no deja de ser elemental... ¡coser y cantar! Y que conste que lo de cantar tiene su lógica. Veamos: al llegar al final de una estrofa, se salta al estribillo (el programa principal), a continuación le toca el turno a

la siguiente estrofa y así sucesivamente ¡¡si... como creen Uds. que lo hacían los Beatles!) Ni más ni menos, esto es lo que ocurre en nuestro programa, ahí está el diagrama de flujo ¡¡que no pentagrama! de la figura 1 para demostrarlo.

Nuestra próxima actividad va a ser, lógicamente, conseguir que el programa trabaje en perfecta consonancia con la circuitería, de tal forma que al proceder a su ejecución, el Junior Computer, muestre sus aptitudes como frecuencímetro. Es fácil imaginar que lo primero que necesitamos es un circuito electrónico capaz de convertir la tensión alterna, cuya frecuencia se quiere medir, en una señal eléctrica directamente utilizable por el Junior. Este circuito de adaptación o interface es el que aparece en la figura 2. Si la tensión alterna posee un nivel suficiente, cada paso descendente por cero de esta señal, provocará una conmutación de estado en la línea de acceso PA7. Precisamente, el programa se ha confeccionado de tal forma que esta conmutación se traduzca en una solicitud de interrupción (IRQ).

Veamos ahora el programa cuyo listado aparece al final del artículo. La dirección inicial (de arranque) es la \$1A00 (\$ = indicativo de dato hexadecimal). Cada vez que se escribe un dato en la posición de memoria EDETC, la línea PA7, es puesta a cero, autorizando así la llegada de una solicitud de interrupción IRQ. Algunos preparativos adicionales consisten en especificar el vector de salto (asociado a la IRQ) que apunta hacia la dirección primera del programa para el tratamiento de la interrupción (IRQSVR), en arrancar el circuito que define la duración de los intervalos (CNTH, una IRQ cada 1.024 pulsos de reloj) y en definir el contenido de la posición de memoria COUNT. A partir de este instante, el bucle de programa LOOP es recorrido permanentemente hasta la llegada de una IRQ. Cuando se detecta una solicitud de interrupción, el programa salta a la ejecución del sub-programa IRQSVR. Después de preservar en el stack (pila) el contenido del acumulador (A) y de los registros índice X e Y (que intervienen en la rutina SCANDS), el programa pasa a acuparse del indicador N del registro de código de condiciones. Si N (utilizado como indicador de temporización) es nulo, la solicitud de interrupción no puede ser debida a que ha transcurrido ya el intervalo de temporización. Así pues, es que la IRQ llega como resultado de una conmutación de nivel lógico en la línea PA7: acaba de transcurrir un nuevo período de la tensión alterna cuya frecuencia se va a medir. La detección de esta circunstancia hace que la ejecución siga con el sub-programa indentificado por la etiqueta ADD.

El número BCD de 24 bits (ACCUH, ACCUM, ACCUL) que representa al contador de períodos de la figura 1 es incrementado. Después de la restauración de los contenidos de los registros A, X e Y (EXIT) y de una instrucción RTI (retorno de interrupción), nos encontraremos de nuevo dentro de nuestro bucle infernal LOOP.

Supongamos ahora, que la IRQ ingresa debido a que ha concluido el intervalo de tiempo definido por el temporizador. Este se relanza de nuevo y se decrementa el contenido de la posición COUNT. Mientras

1

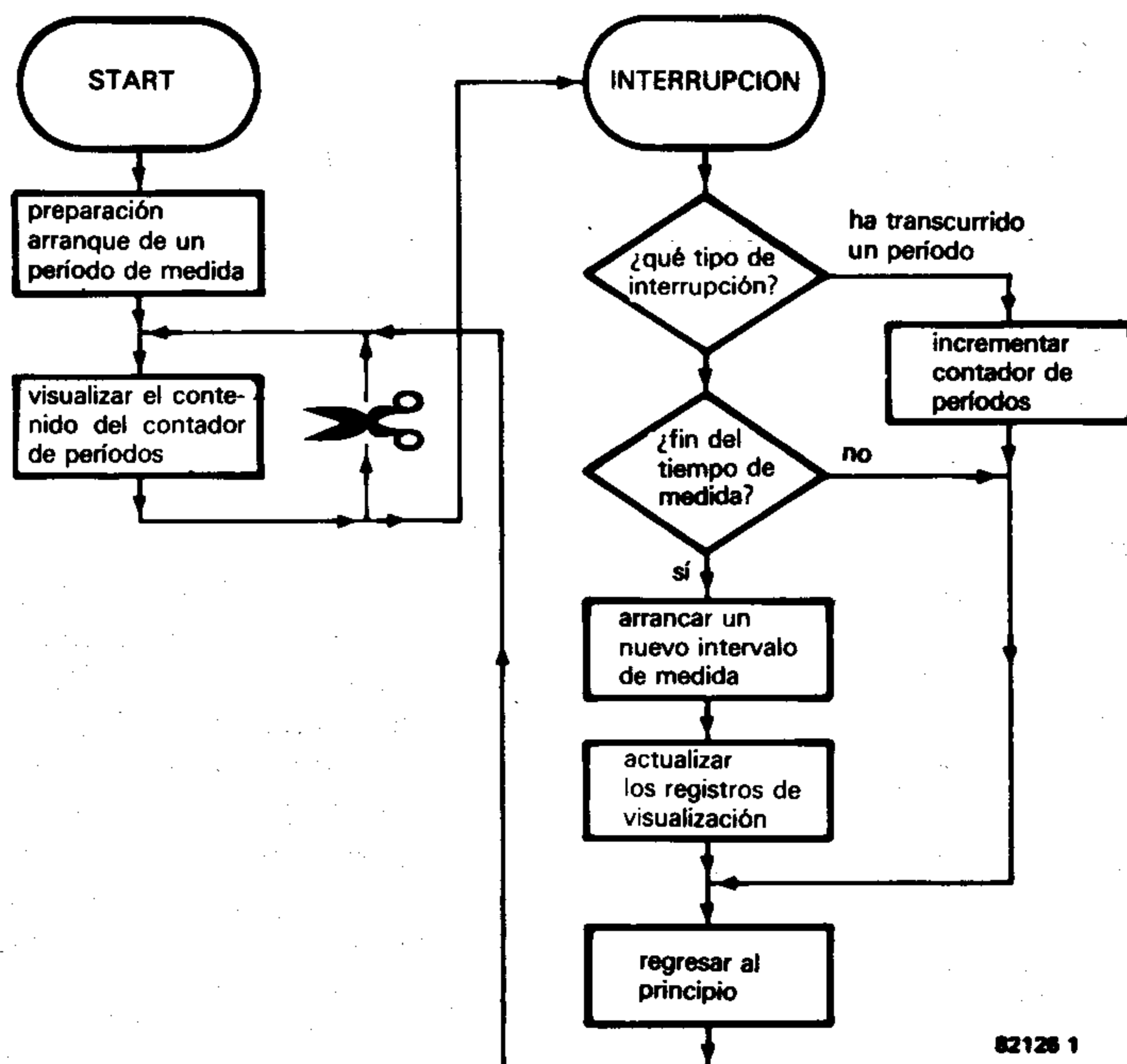


Figura 1. Ordinograma de una interrupción «constructiva» (IRQ) que permite medir la frecuencia.

2

N1,N2 = 1/3 IC1 = 4049

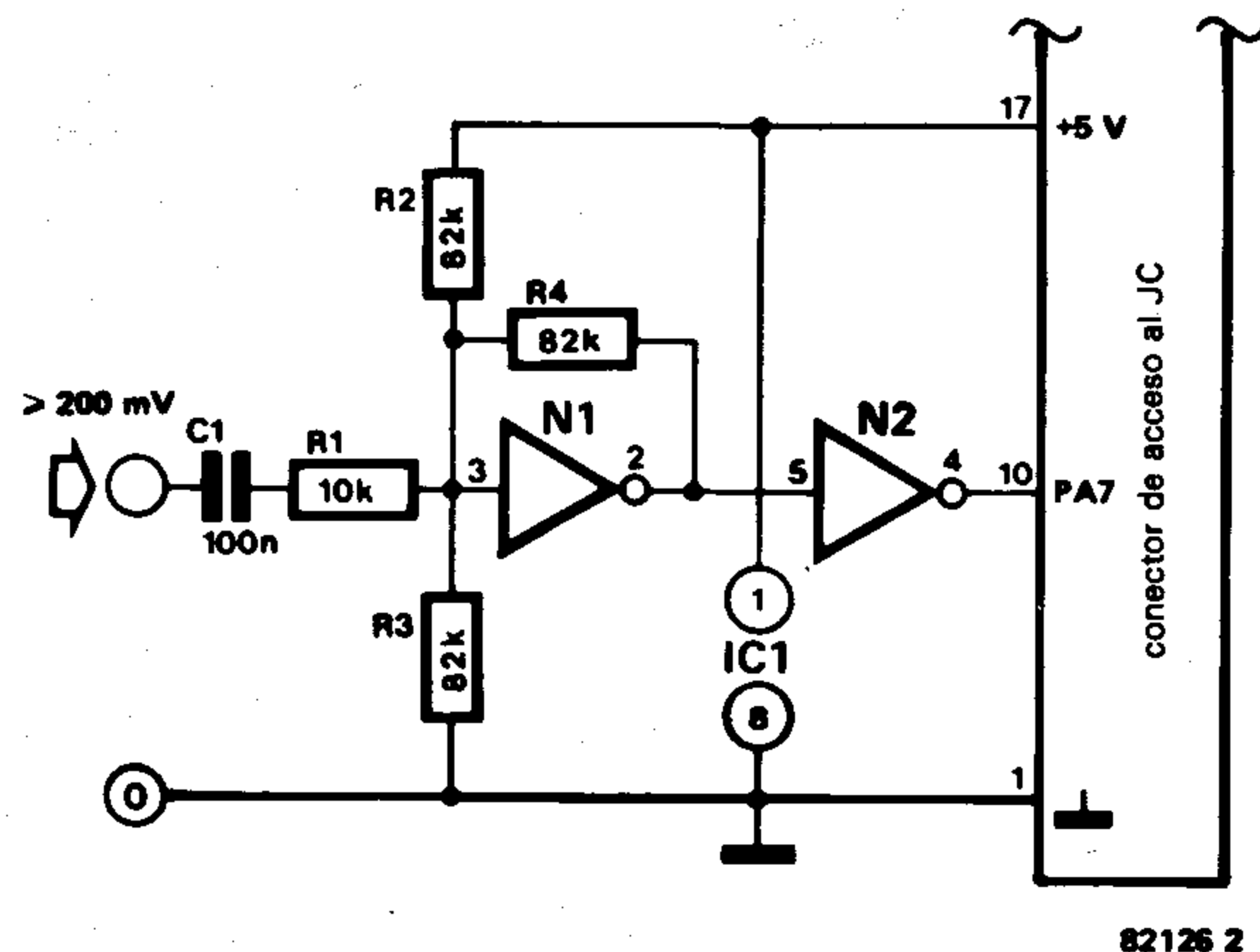


Figura 2. ... de una tensión alterna aplicada al Junior Computer a través de este circuito de interface.

COUNT posea un valor distinto de cero, el programa sigue su curso con un salto directo a EXIT. Por el contrario, si el contenido de COUNT es igual a cero, el programa prosigue en la zona STORE; el intervalo de medida de 1 segundo ha transcurrido y nuestros habituales tampones de visualización POINTH, POINTL e INH son cargados con un contenido respectivamente igual al de ACCUH, ACCUM y ACCUL.

¿Cómo se desarrolla este proceso en la práctica? En primer lugar, conecte el circuito de interface de la figura 2 al conector de acceso del Junior Computer, introduzca el programa a través del teclado (aunque, por supuesto, resulta más cómodo leerlo de una cassette) y arranque la ejecución del programa en la forma convencional. La frecuencia más alta que se puede medir

es de unos 10 kHz. Cuando se trabaja con frecuencias inferiores, es posible mejorar la precisión de las medidas tomando el intervalo de medida igual a 10 segundos: cargar A0 en lugar de 10 en TIMEH, cuya dirección es \$1A16. Seguidamente, bastará con dividir por diez el número resultante para obtener el valor de la frecuencia. Esperamos que la puesta en práctica de esta micro-complicada aplicación de Junior Computer le proporcione... ¡qué menos que un mega-placer!

\$1A00	A9 00	INITPR	LDAIM \$00
\$1A02	85 D0		STAZ ACCUL
\$1A04	85 D1		STAZ ACCUM
\$1A06	85 D2		STAZ ACCUH
\$1A08	A9 29		LDAIM IRQSRV
\$1A0A	8D 7E 1A		STA IRQL
\$1A0D	A9 1A		LDAIM IRQSRV/256
\$1A0F	8D 7F 1A		STA IRQH
\$1A12	8D E6 1A		STA EDETC
\$1A15	A9 10		LDAIM \$10 (16 ₁₀)
\$1A17	85 D4		STAZ TIMEH
\$1A19	85 D3		STAZ COUNT
\$1A1B	A9 3D		LDAIM \$3D (61 ₁₀)
\$1A1D	85 D5		STAZ TIMEL
\$1A1F	8D FF 1A		STA CNTH
\$1A22	58		CLI
\$1A23	20 8E 1D	LOOP	JSR SCANDS
\$1A26	4C 23 1A		JMP LOOP
\$1A29	48	IRQSRV	PHA
\$1A2A	8A		TXA
\$1A2B	48		PHA
\$1A2C	98		TYA
\$1A2D	48		PHA
\$1A2E	2C D5 1A		BIT RDFLAG
\$1A31	10 1C		BPL ADD
\$1A33	A5 D5		LDAZ TIMEL
\$1A35	8D FF 1A		STA CNTH
\$1A38	C6 D3		DECZ COUNT
\$1A3A	D0 28		BNE EXIT
\$1A3C	A2 02		LDXIM \$02
\$1A3E	A0 00		LDYIM \$00
\$1A40	B5 D0	STORE	LDAZ ACCUL,X
\$1A42	95 F9		STAZ INH,X
\$1A44	94 D0		STYZ ACCUL,X
\$1A46	CA		DEX
\$1A47	10 F7		BPL STORE
\$1A49	A5 D4		LDAZ TIMEH
\$1A4B	85 D3		STAZ COUNT
\$1A4D	D0 15		BNE EXIT
\$1A4F	F8	ADD	SED
\$1A50	18		CLC
\$1A51	A5 D0		LDAZ ACCUL
\$1A53	69 01		ADCIM \$01
\$1A55	85 D0		STAZ ACCUL
\$1A57	A5 D1		LDAZ ACCUM
\$1A59	69 00		ADCIM \$00
\$1A5B	85 D1		STAZ ACCUM
\$1A5D	A5 D2		LDAZ ACCUH
\$1A5F	69 00		ADCIM \$00
\$1A61	85 D2		STAZ ACCUH
\$1A63	D8		CLD
\$1A64	68	EXIT	PLA
\$1A65	A8		TAY
\$1A66	68		PLA
\$1A67	AA		TAX
\$1A68	68		PLA
\$1A69	40		RTI

ADDITIONAL ZERO PAGE LOCATIONS

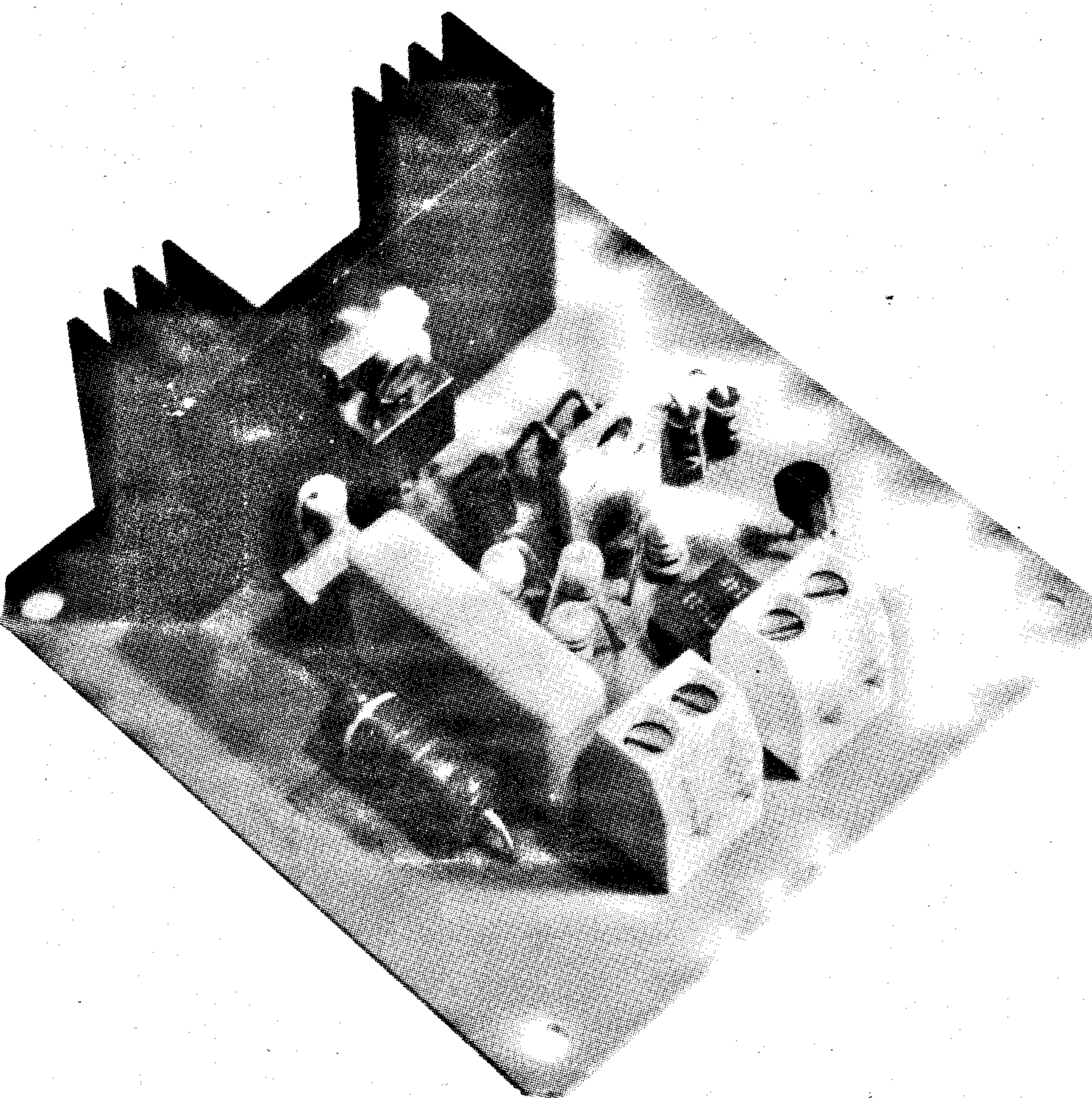
ACCUL	\$00D0
ACCUM	\$00D1
ACCUH	\$00D2
COUNT	\$00D3
TIMEH	\$00D4
TIMEL	\$00D5

Tabla 1. Listado del programa frecuencímetro

relés de estado sólido

un método moderno para la conmutación electrónica de la tensión red

Un relé electrónico, cuando está bien diseñado, proporciona algunas ventajas notables sobre un relé mecánico tradicional: no emite chispas, ni se desgasta tan rápidamente, ni apenas produce interferencias y, por si lo anterior fuera poco, su corriente de excitación nunca supera el orden de magnitud de unos miliamperios. El precio de coste de un relé a semiconductores no supera, en ningún caso, al del relé tradicional, con unos rendimientos equivalentes.



Los relés a semiconductores, o de estado sólido, funcionan exactamente de la misma forma que los relés mecánicos tradicionales, pero con la ventaja fundamental de que no tienen piezas móviles y, además, su capacidad para trabajar con hasta 8 A les permite abarcar una amplia gama de aplicaciones, desde las eminentemente domésticas hasta las profesionales e incluso industriales. Sin embargo, su diseño es algo más crítico si ha de conseguirse una fiabilidad a corto plazo. El relé de estado sólido (SSR), objeto de descripción en este artículo, puede utilizarse con plena seguridad habida cuenta de que el circuito de control está completamente aislado de la carga. Además, la tensión de control puede variarse en un amplio margen, lo que resulta interesante con respecto a su contrapartida mecánica.

Los pros y los contras

Es preciso dejar bien claro en qué radica la necesidad de empleo de estos dispositivos de conmutación constituidos por semiconductores.

En principio, ambos tipos tienen en común algo más que el término de relé.

Ambos precisan de una corriente de control relativamente débil, con independencia de la carga de conmutación, que puede ser de magnitud importante. Asimismo, la separación galvánica entre la corriente de control y la carga es total. Y aquí se acaba la similitud, pues en el tipo tradicional se emplean contactos mecánicos para la conmutación de la corriente de carga y dichos contactos se activan mecánicamente por medio de un electroimán controlado por una fuente de corriente poco intensa. Por el contrario, en el relé electrónico se utiliza un triac, o tiristor, para conmutar la carga. En este caso, el aislamiento se consigue con el empleo de un optoacoplador.

Ciertamente, el empleo de relés electrónicos suprime muchos de los inconvenientes principales inherentes a los del tipo tradicional, tales como la formación de arcos, los rebotes de los contactos y el desgaste rápido. Pero, lamentablemente, el relé de semiconductores crea otros problemas nuevos. Así, por ejemplo, no puede soportar la misma magnitud de sobrecarga que uno mecánico. Además, la caída de tensión a través del interruptor cerrado ya no es crítica, lo cual no constituye un inconveniente demasiado importante pero, en cambio, la robustez sí que deja que desear: mientras los contactos mecánicos soportan bien las tensiones y las corrientes excesivamente altas que pudieran sufrir accidentalmente, no ocurre lo mismo con los relés de semiconductores, en donde los triacs o los tiristores no soportarán una sobretensión en sus terminales. Aparte de ello, un incremento muy rápido en la tensión de carga producirá también la ruptura destructiva del semiconductor. Otra consideración a tener en cuenta es que los triacs dejan de conducir si la corriente de carga desciende por debajo de una magnitud concreta denominada «corriente de mantenimiento».

Veamos, ahora, las ventajas reales e indiscutibles de los relés de semiconductores sobre los de tipo mecánico. En aquellos casos en que se trabaja con tensiones de la

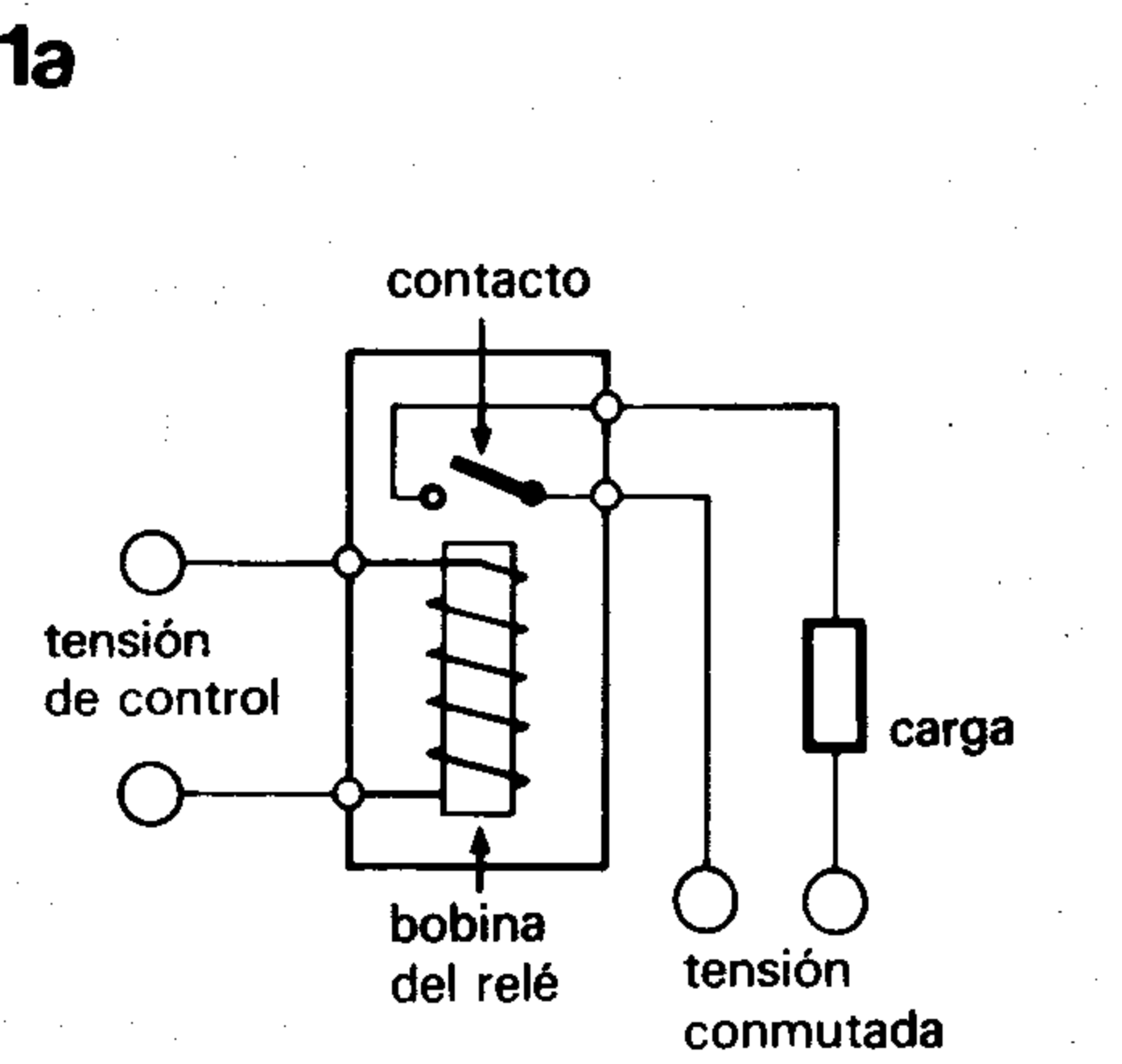


Figura 1. Principio del relé electromecánico.

red, resulta más conveniente para los motores, lámparas y otros componentes, que se les conmute cuando la tensión de la red esté realmente en cero (lo que se denomina, bastante lógicamente, punto de paso por cero).

Por ejemplo, todos sabemos que la resistencia de los filamentos de una lámpara ordinaria es pequeña cuando está fría (o apagada) y que aumenta rápidamente cuando se enciende la lámpara. Si ello se produce cuando la forma de onda de la red está en su valor de pico (tensión máxima), es presumible que aparezca una sobrecorriente a través de los filamentos. Si ello se produce permanentemente, como suele ocurrir, se acortará considerablemente la vida del filamento. De aquí la importancia de que la conmutación se produzca en el cruce por cero, lo cuál es prácticamente imposible con nuestro viejo amigo el relé mecánico. No obstante, no hemos de olvidar la diferencia existente entre un contacto mecánico abierto y un triac o tiristor bloqueado. En estos últimos siempre subsiste una corriente de fuga y, por consiguiente, la carga nunca está perfectamente separada de la red, lo que no ocurre con un relé ordinario en reposo. Se trata de un aspecto que ha de tenerse presente en relación con las reglas de seguridad más elementales.

Una característica propia del relé mecánico es, como se dijo anteriormente, el aislamiento completo entre la tensión de mando y la tensión de la carga. El mismo grado de aislamiento con un relé de estado sólido resulta complicado de conseguir si ha de ser fiable y debe seguir conservando una amplia gama de variación de la tensión de mando. En la ilustración de la figura 1a se representa esquemáticamente cómo se consigue el aislamiento en el relé mecánico y puede constatar que no hay ningún contacto eléctrico entre su bobina y los contactos. En el relé de estado sólido, un optoacoplador proporciona la separación entre las tensiones de mando y de la carga (figura 1b.).

En la tabla 1 se establece una comparación de las características de los relés electromecánicos y electrónicos. Pero no debe olvidarse que se trata de una comparación muy generalizada y no tiene en cuenta aplicaciones particulares en donde un tipo de relé puede ser bastante superior para una finalidad determinada.

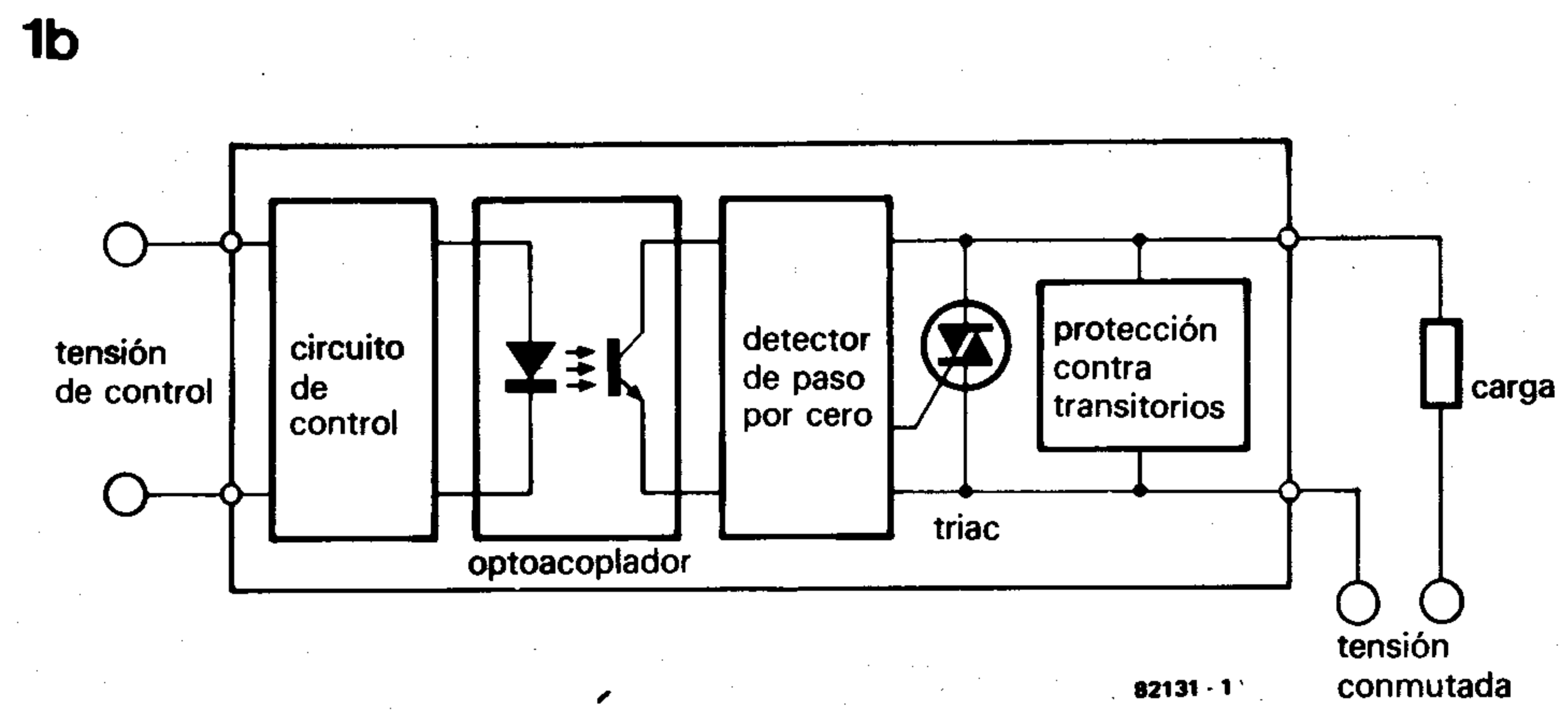


Figura 1b. Diagrama de bloques de una relé de estado sólido o relé a semiconductores.

Funcionamiento del relé a semiconductores de Elektor

Para estudiar el funcionamiento de este relé comencemos por la figura 2, en donde, de izquierda a derecha, se tiene la entrada con el circuito de mando, constituido por D5, T2 y la sección de transmisión del optoacoplador IC1. A continuación, están la sección de recepción del optoacoplador, el conmutador-detector de paso por cero con

T1 y lo que puede denominarse como circuito de «cebado», constituido por el tiristor Thy 1 y el puente de diodos D1...D4. Finalmente, en el extremo derecho se encuentra el triac Tri1 que sirve para la conexión y desconexión de la carga. Volvamos a la entrada. Para excitar el circuito de mando, o de control, se aplica a la entrada una tensión de C.C. de 3 a 32 V., que es suficiente para encender el LED del optoacoplador. El transistor de efecto de

Tabla 1. Comparación entre los relés mecánicos y los de estado sólido.

Características:	Relé de estado sólido	Relé mecánico
estabilidad frente a choques y vibraciones (robustez)	excelente	baja
estabilidad térmica	excelente	buena
compatibilidad con circuitería lógica	sí	sí
contactos múltiples	no	sí
conmutación/inversión	no	sí
aislamiento galvánico del usuario	excelente	excelente
activación al paso por cero	sí	no
duración	excelente	buena
dimensiones/espacio ocupado	reducidas	reducidas
sobrecarga (corriente de conmutación)	baja	media
formación de arcos (inmunidad a parásitos)	no	sí
funcionamiento silencioso (ruido)	excelente	bajo
admisión de sobrecarga (tensión)	buena	buena
estabilidad de conmutación (facilidad de empleo)	buena	buena
corriente de fuga	despreciable	nula
opción biestable (NC/NA) (normalmente cerrados/abiertos)	no	sí
caída de tensión a través de los contactos cerrados	despreciable	nula
inmunidad a los rebotes de contactos	total	mala
activaciones intempestivas	algunas	mínimas
precio de coste	normal	alto

2

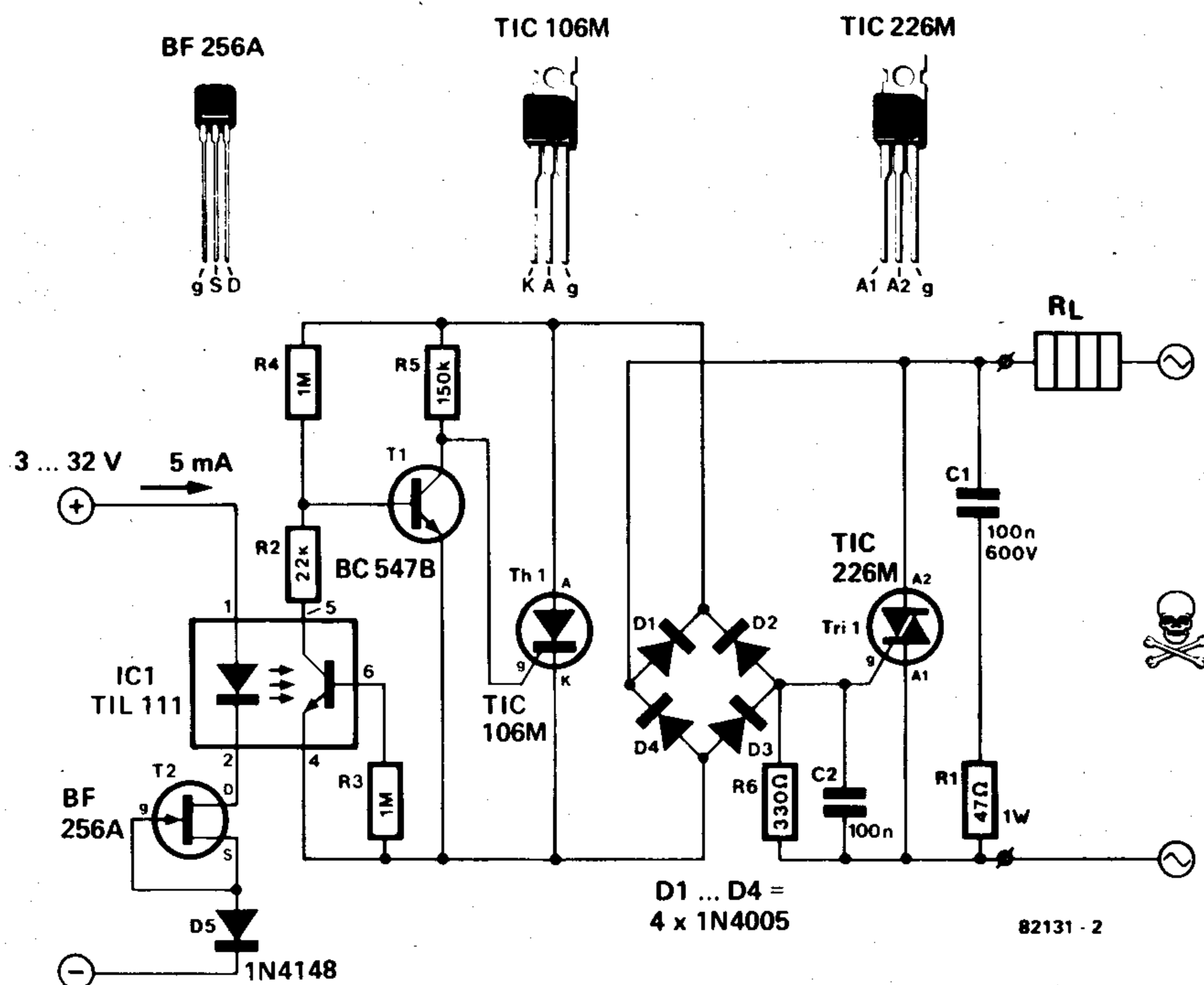
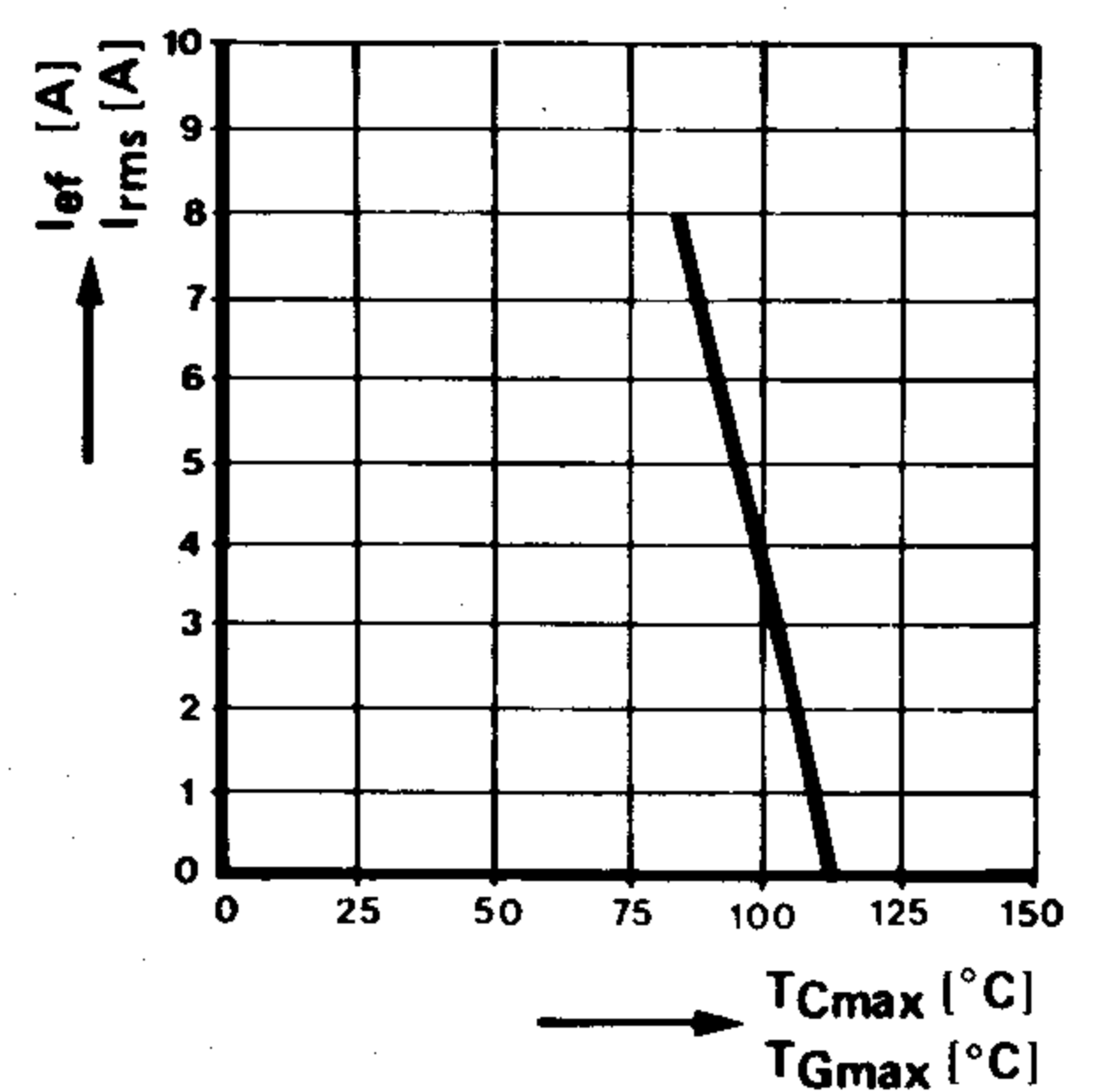


Figura 2. Circuito completo del relé a semiconductores. La conmutación propiamente dicha está asegurada por el triac de salida. El circuito de control construido sobre la base de T1 y del tiristor asegura la activación en el momento del paso por cero de la onda de la red, mientras que el optoacoplador garantiza la separación galvánica de los circuitos de control y de conmutación.

campo (FET) T2 sirve como fuente de corriente, puesto que su puerta y su fuente están conectadas entre sí, con lo que la corriente se mantiene constante a 5 mA, con independencia de la magnitud de la tensión de mando, a condición de que esta última se mantenga en el margen de 3 a 32 V. A causa de las distorsiones en las características de los FET, la corriente podrá variar entre 3 y 7 mA. La función del diodo D5 es proteger al optoacoplador contra una inoportuna inversión de polaridad de la tensión de control. Cuando circula corriente a través del LED

(es decir, cuando se enciende), el fototransistor (receptor de IC1) se hará conductor al ser iluminado, con lo que T1 se pone al corte y, a su vez, ello dispara la puerta del tiristor Th1 a través de R5. Cuando conduce Th1, aplica una corriente de puerta al triac, a través del puente de diodos que es suficiente para su cebado, con lo que la carga se pone en servicio. Ahora, sólo la tensión directa del triac (unos 2 V) existe en el circuito del relé. La conmutación solamente puede realizarse si circula una corriente suficiente (más intensa que la corriente de mantenimiento de 60 mA); dicho de otro

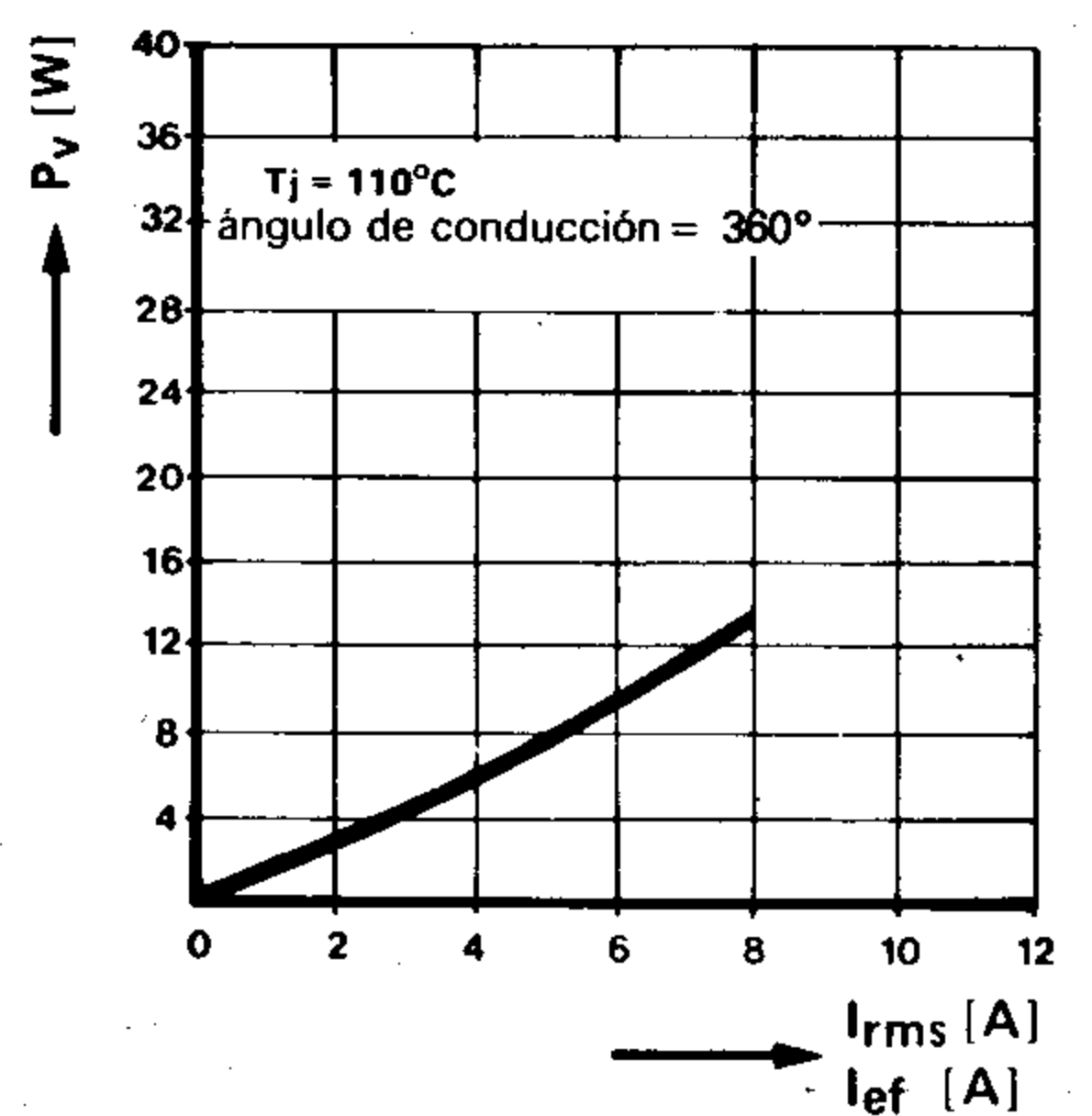
3a



82131 - 3a

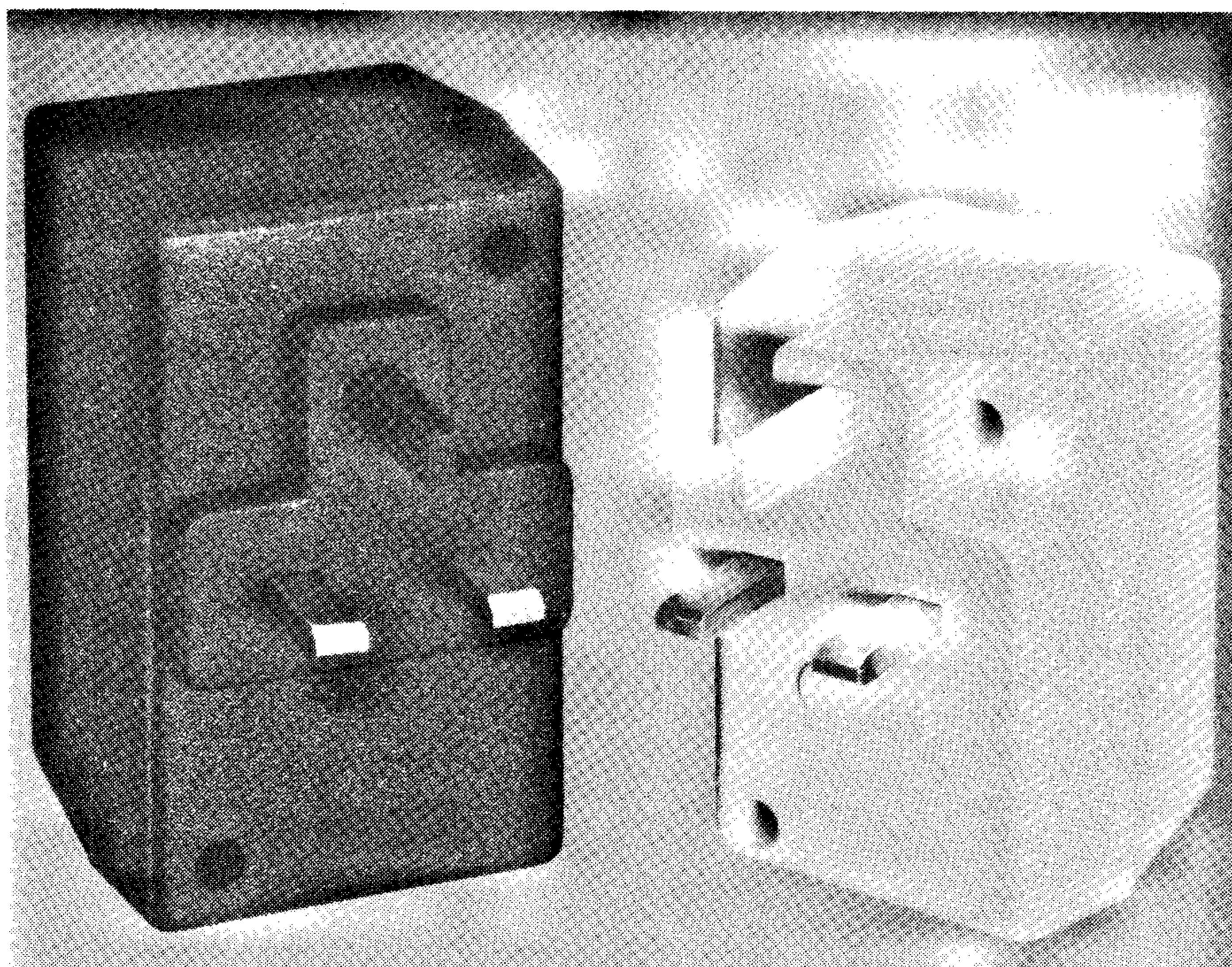
Figura 3a. Representación gráfica de la relación entre la temperatura de la caja tolerada y la corriente de carga del triac. La capacidad de carga se reduce considerablemente cuando se supera la temperatura de 85°C.

3b



82131 - 3b

Figura 3b. Representación gráfica de la relación entre la potencia disipada del triac y la corriente de carga. Muy importante para escoger el disipador de corriente correcto.



modo, la carga no debe ser demasiado pequeña.

Según lo expuesto hasta ahora en esta descripción, parece deducirse que el triac se ceba tan pronto como esté excitado el relé. ¿Y qué pasa, entonces, con la detección del paso por cero de la tensión alterna? Se consigue mediante los valores óhmicos y la relación del divisor de tensión R4/R2. Este artilugio está cuidadosamente diseñado para que el fototransistor del optoacoplador ponga al corte a T1 cuando la tensión de C. A, rectificada por el puente de diodos, sea inferior a 30 voltios y no antes, lo que significa cuando esté en las proximidades del paso por cero de dicha tensión de C.A. Ha de tenerse presente que el triac sólo puede conmutar la carga cuando T1 esté al corte y ello se producirá obligadamente poco antes o poco después del paso por cero. Si el valor instantáneo de la tensión alterna es superior a 30 voltios, aun cuando el fototransistor sea conductor, la tensión base-emisor de T1 será siempre superior (gracias a la ac-

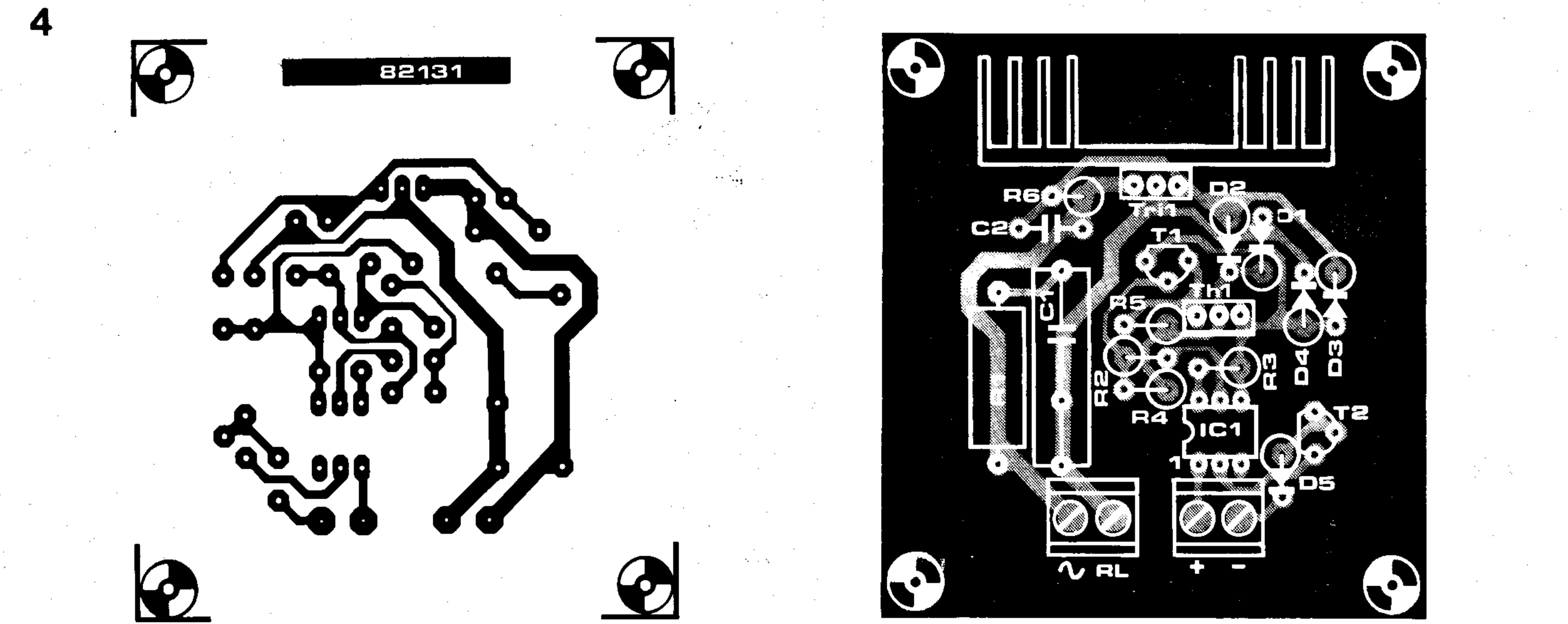


Figura 4. Diseño de las pistas del circuito impreso, con su cara serigrafiada para la instalación de los componentes del relé a semiconductores. Se ha concebido para el montaje en una caja de plástico de reducidas dimensiones.

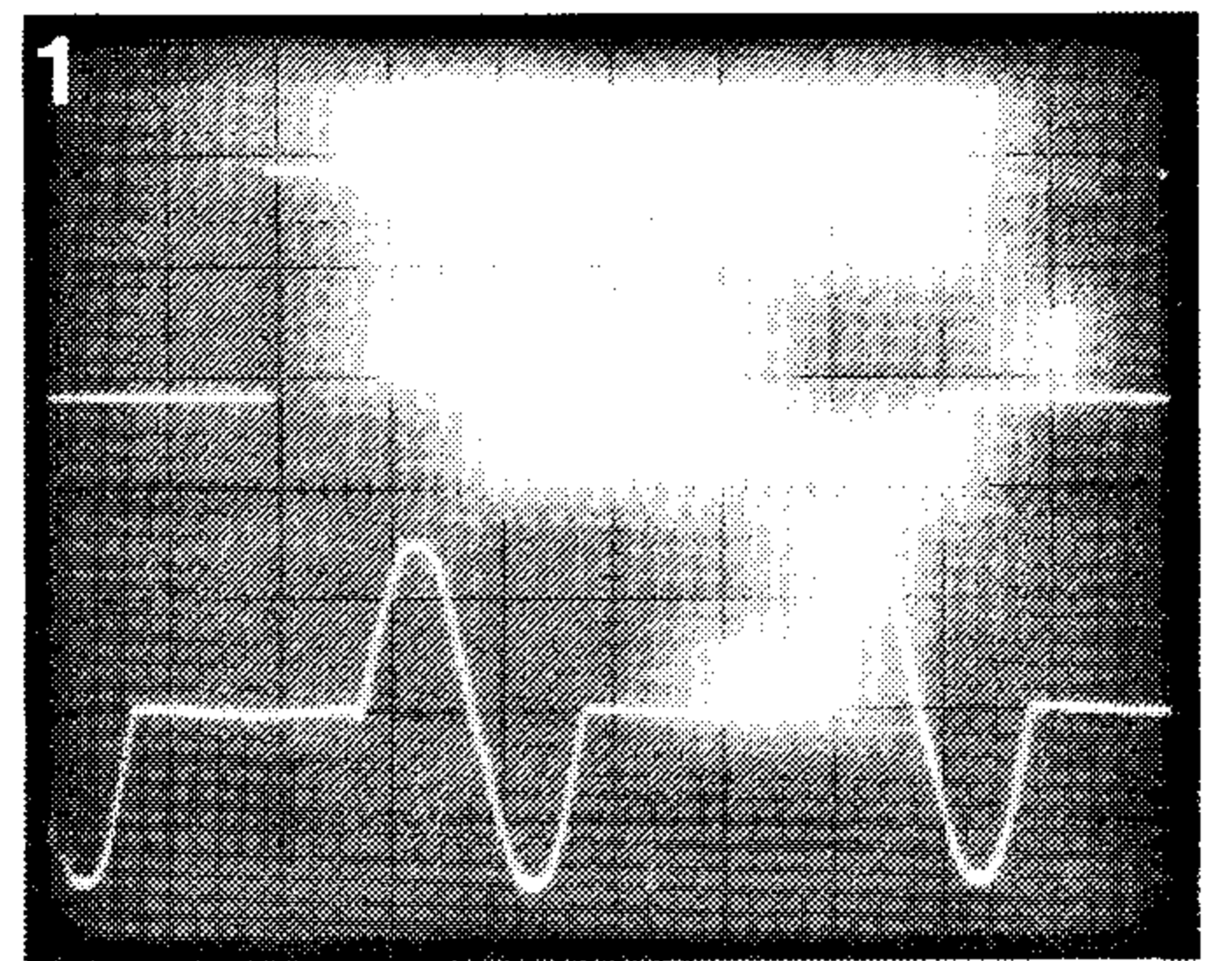
ción del divisor $R4/R2$) al umbral de 0,6 V., con lo que mantendrá al transistor en estado de conducción. Y de este modo, ni Thy1 ni Tri1 podrán ser activados. Cuando el relé no está excitado, el fototransistor queda bloqueado y mantiene a T1 en estado de conducción, incluso en el momento del paso por cero de la tensión alterna. Sin embargo, el triac continuará activado incluso sin que exista una corriente de puerta, en tanto que la corriente de carga sea suficientemente intensa (por encima de 60 mA). Pero en el siguiente cruce por cero de la corriente alterna, la corriente de carga caerá por debajo de este nivel desconectándose automáticamente y permaneciendo en este estado hasta que vuelva a dispararse el relé. Los otros componentes garantizan la seguridad y estabilidad del circuito. La resistencia R3 impide que el fototransistor conduzca hasta que se ilumine el LED. El condensador C2, conectado a la puerta de Tri 1, impide que se active el triac como consecuencia de interferencia de los terminales de la red. La resistencia R1 y el condensador C1, en paralelo con el triac, actúan como una protección contra transitorios y su función es salvaguardar al triac contra las activaciones intempestivas por una parte, y contra las tensiones excesivamente elevadas y las variaciones de tensión demasiado rápidas por la otra parte. La influencia del condensador es beneficiosa para evitar, en la medida de lo posible, ambas circunstancias perjudiciales. La resistencia R1 limita la corriente de carga del condensador de protección, impidiendo la destrucción del triac en caso de sobrecarga.

Refrigeración y potencia

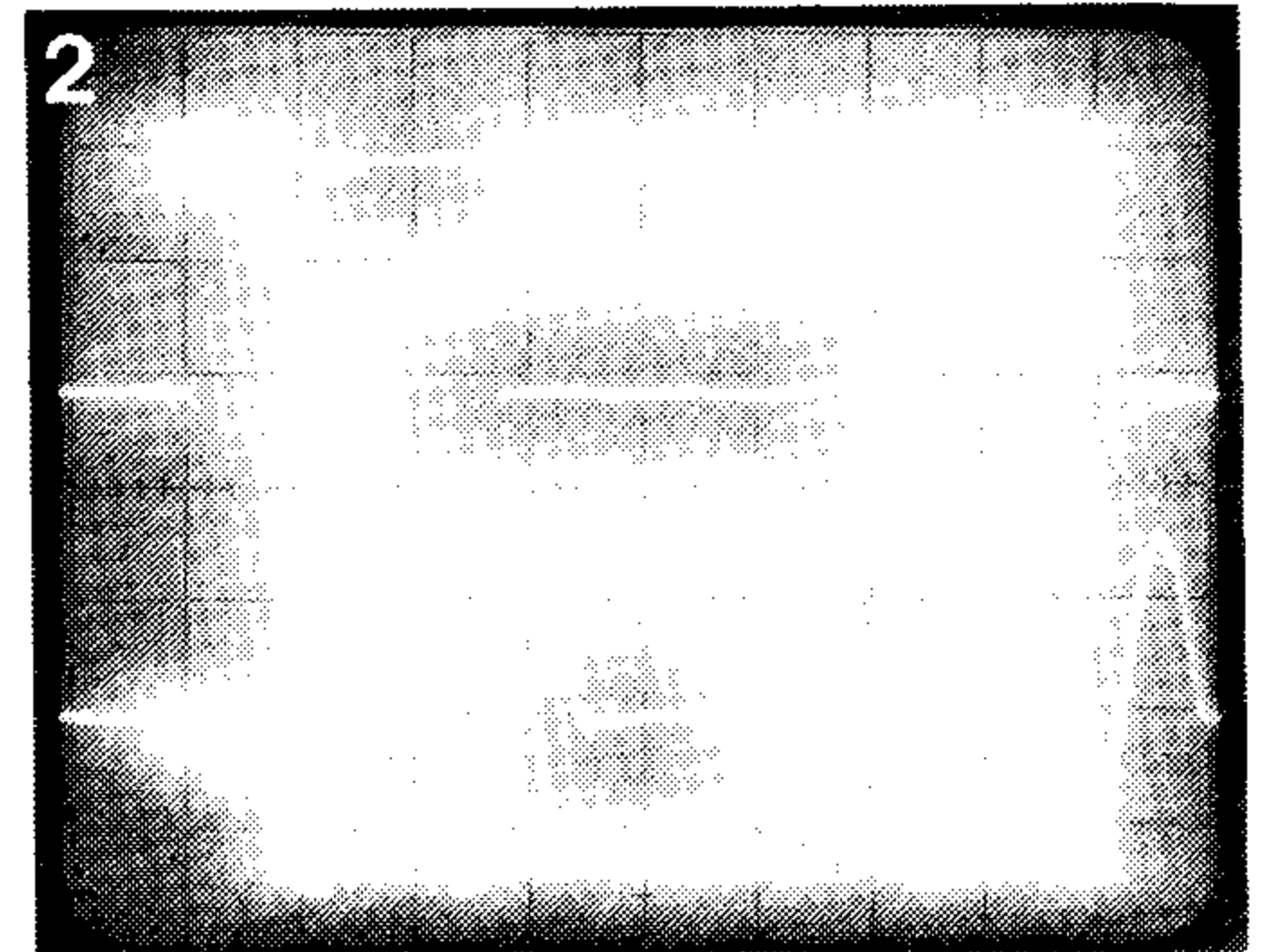
En la mayor parte de los dispositivos de consumo corrientes, provistos de tiristores,

triacs y diodos y alimentados por la red (como, por ejemplo, los reguladores de intensidad luminosa), hay componentes cuya tensión de servicio máxima es de 400 V (como los TIC106D, TIC226D y 1N4004). Aunque serán suficientes para las aplicaciones normales, el margen de seguridad es bastante pequeño, sobre todo si se considera que el valor máximo de la tensión alterna es de 320 V y que esta magnitud se presenta

con bastante frecuencia. Los aparatos de tipo profesional e industriales de pequeñas dimensiones tienden a tener componentes para mayores tensiones de servicio y en ellos se utilizan elementos del tipo de 600 V. Evidentemente, la elección es algo de su incumbencia pero, como la diferencia en el precio es sólo marginal, es conveniente utilizar componentes de tensión de servicio más elevada, si puede hacerlo. De acuerdo



Fotografía 1. Señal de control.



Fotografía 2. Tensión en la carga.

Tabla 2.

Características técnicas.

a) circuito de conmutación:	
tensión de servicio	240 V _{ef}
tensión de servicio máxima	
TIC106D, TIC226D, 1N4004	400 V
TIC106M, TIC226M, 1N4005	600 V
tiempo de respuesta crítica	500 V/μs
corriente de carga máxima	8 A
(caja Tri1 ≤ 85°C)	
corriente de carga máxima	1 A
(Tri 1 no refrigerado)	
corriente de pico (máx. 20 ms.)	10 A
corriente de pico (máx. 10 ms.)	80 A
corriente de carga mínima	60 A
(corriente de mantenimiento)	
corriente de fuga máxima	10 mA
(R1 = 47 Ω, C1 = 100 nF)	
conexión de paso por cero	
tensión máxima	±30 v
tensión directa máxima	1,6 V
b) circuito de control	
tensión de control (continua)	3...32 V
corriente de control	3...7 mA
	5 mA tip.
tiempo de respuesta de subida	máx. 1/2 onda (10 ms.)
tiempo de respuesta de bajada	máx. 1/2 onda (10 ms.)

Lista de componentes:

Resistencias:

R1 = 47 Ω/1 W (ver texto)
R2 = 22 k
R3,R4 = 1 M
R5 = 150 k
R6 = 330 Ω

Condensadores:

C1 = 100 n/600 V (400 V, ver texto)
C2 = 100 n

Semiconductores:

T1 = BC 547B
T2 = BF 256A
D1 . . . D4 = 1N4005 (1N4004, ver texto)
D5 = 1N4148
IC1 = TIL 111
Tri1 = TIC 226M (TIC 226D, ver texto)
Th1 = TIC 106M (TIC 106D, ver texto)

Varios:

radiador (según la carga, ver texto)

con las indicaciones bien patentes en el diagrama del circuito, recomendamos el empleo de los componentes del tipo de 600 V, TIC106M, TIC226M y 1N4005, siempre que sea posible.
Con el empleo de las magnitudes indicadas para R1 y C1, el relé soportará una carga de conmutación de hasta 1 kW. Si se considera una carga más grande, entonces, C1 debe

cambiarse por un condensador con una capacidad comprendida entre 22 μF y 1 μF (dependiendo de la carga). La tensión de servicio máxima debe ser de 250 V en alterna y de 600 V en continua.
La conmutación de los tubos luminiscentes domésticos plantea un problema particular, debido a la autoinducción de la bobina de carga utilizada en el cebador. En este caso,

R1 debe tener un valor óhmico de 10K para poder aumentar el amortiguamiento en régimen transitorio.
La capacidad de carga real, o la potencia, del relé está estrechamente ligada con las posibilidades de enfriamiento del triac. En tanto que la temperatura de la caja se mantenga inferior a 85°C, la corriente máxima puede llegar a ser de 8 A, con lo que la carga podrá trabajar con una potencia máxima de 1,8 kW. Sin el empleo de un disipador de calor de cualquier tipo, con la consiguiente refrigeración de la caja del triac, la corriente no podría ser superior a 1 A y la carga no podrá trabajar con una potencia superior a 225 W.

En condiciones de plena carga, la resistencia térmica del disipador de calor deberá ser de 4°C/W (o mejor). No olvidemos destacar que una pasta termoconductora resulta indispensable entre el triac y su disipador. A título ilustrativo, diremos que un pequeño disipador del tipo de 15°C/W permite una carga de 3A (650 W). Cualquiera que sea la carga, la resistencia térmica requerida para el disipador es fácil de calcular con la ayuda de la figura 3a, en donde se indica la temperatura máxima de la caja del triac que es admisible para las corrientes de carga correspondientes. De esta temperatura máxima, indicada en el gráfico para la corriente de carga requerida, es preciso restar el valor máximo previsto para la temperatura ambiental (que suele ser de 30°C). El resultado se divide por el valor de la potencia disipada correspondiente a la carga máxima, según se determina a partir de la figura 3b. Veamos un ejemplo ilustrativo: Supongamos que se tiene una carga máxima de 1 KW y que la corriente de carga es de 4,4 A para una tensión nominal de la red de 225 V.

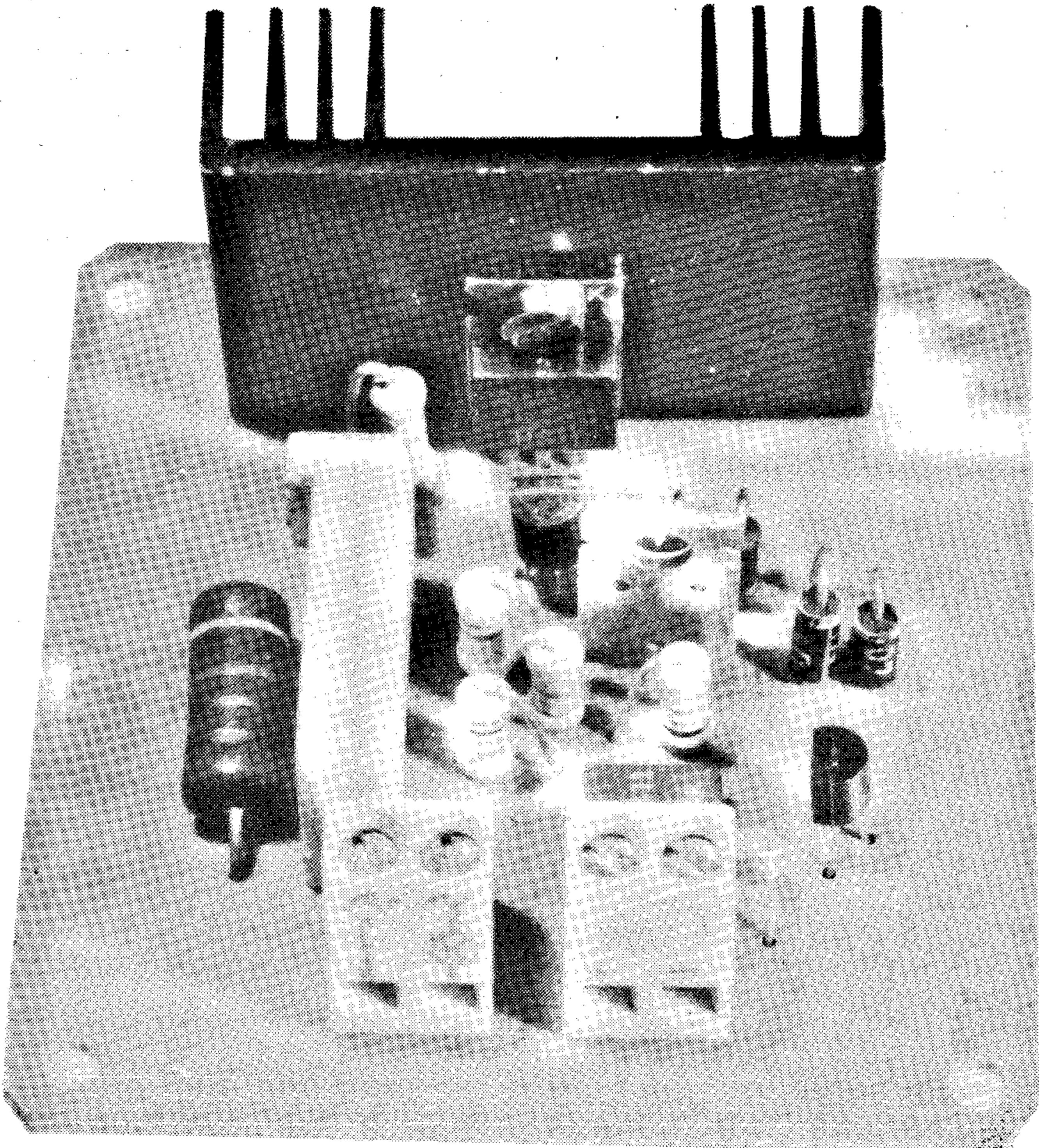
Las condiciones anteriores dan lugar a una T_c máxima de 95°C (ver figura 3a) y a una disipación de 7 W (ver figura 3b). Para una temperatura ambiente de 30°C, se obtendrá la resistencia térmica del dispador gracias al cálculo siguiente:

$$\frac{95^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C}}{7\text{ W}} = \frac{65^{\circ}\text{C}}{7\text{ W}} = 9,3^{\circ}\text{C/W}$$

En la tabla 2 se indican las características técnicas del relé de estado sólido. Debe prestarse especial atención a los valores de las corrientes de carga mínima y de fuga (inversa máxima). La corriente de carga mínima o de mantenimiento de 60 mA significa básicamente que los equipos que consumen menos de 15 W no pueden controlarse con exactitud. La corriente inversa máxima, o de fuga, de 10 mA, no debe plantear problemas en la mayor parte de los casos, aunque sea suficiente para producir un brillo en lámparas de corriente nominal muy débil.

Construcción

En la figura 4 se muestra la disposición general de la placa de circuito impreso para el montaje de nuestro relé. A primera vista, las dimensiones no parecen corresponder a una miniatura precisamente... pero ello se justifica por el hecho de emplear una caja especial provista de una toma eléctrica moldeada en el cuerpo de la caja.
El circuito puede reducirse en sus dimen-



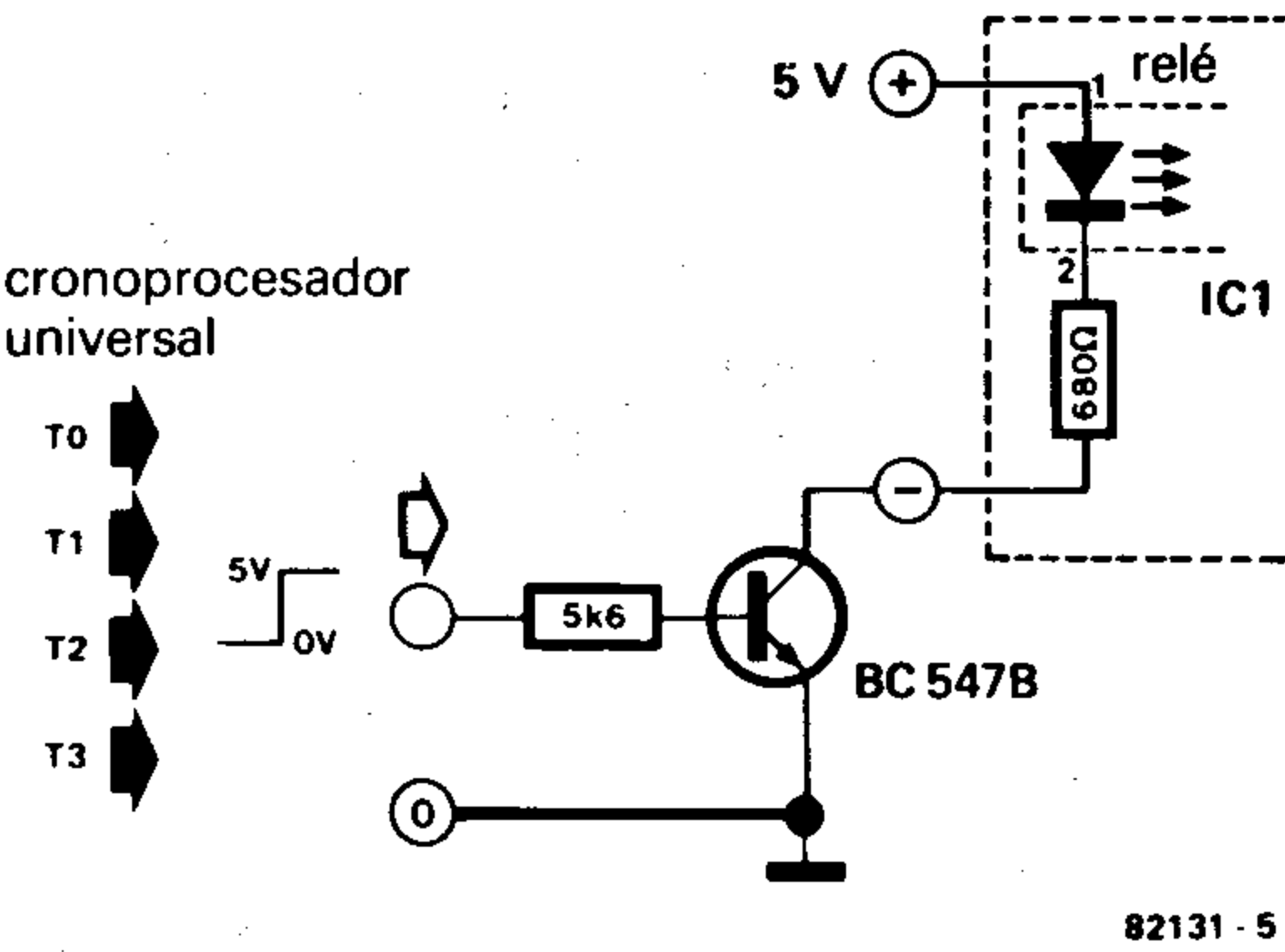
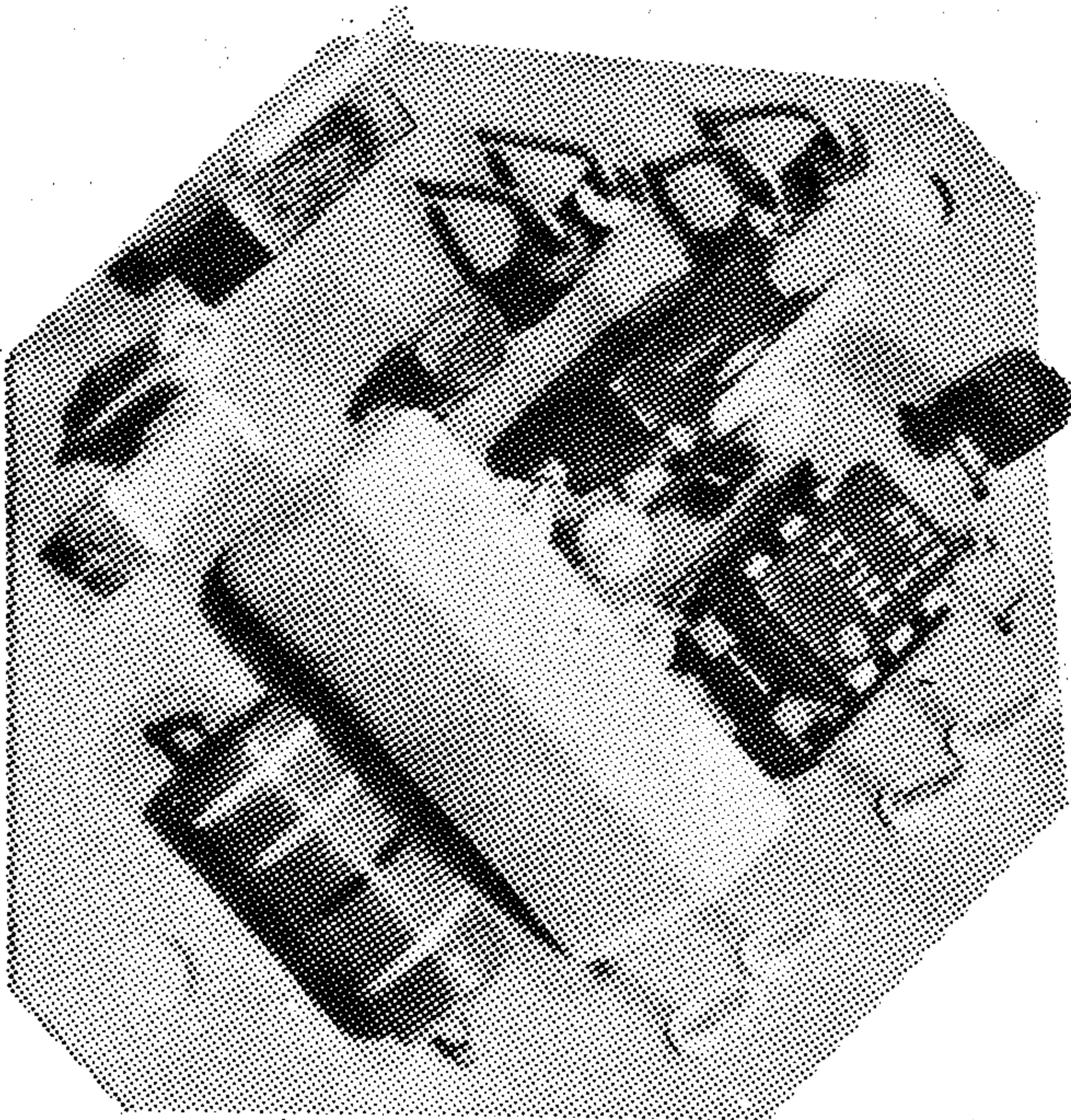


Figura 5. Circuito para la adaptación de las salidas del conoprosesador universal al relé de estado sólido. Cada una de las salidas T0...T3 (TTL) puede asociarse a un relé a semiconductores en la forma indicada.

siones si se renuncia a este tipo de caja y se prefiere montar el conjunto en una caja eléctrica de tipo encastrable. Lo importante es proceder con sumo cuidado pues no ha de olvidarse que se está en contacto directo con «los 220 V». Sobre todo al efectuar medidas, es preciso tomar las máximas precauciones y sólo utilizar material perfectamente aislado. El disipador del triac es, en sí mismo, muy peligroso y, por consiguiente, ha de instalarse fuera del alcance de un contacto inadvertido.

El circuito está provisto de cuatro conexiones con el exterior: dos para la entrada de la señal de mando (aislada de la red) y otras dos para los contactos del relé (conmutación de la carga). Utilícense terminales aislados montados en la placa preferiblemente a la soldadura de patillas pues, de este modo, se reducirán las posibilidades de formación de arcos, cortocircuitos y otros fenómenos de propagación inherentes a las tensiones elevadas. Ello es cierto sobre todo con el optoacoplador pues, de no ser así,



sería imposible aislar de la carga a la tensión de control.

Una amplia gama de aplicaciones

Evidentemente, el relé de estado sólido puede utilizarse en dondequiera que pueda emplearse un relé mecánico. Hay tantas aplicaciones que, por supuesto, no nos vamos a referir a todas las posibles e imaginables, pues no siempre son de interés. Prescindiendo de la aplicación propiamente dicha, les serán de utilidad las recomendaciones siguientes.

Si el relé ha de utilizarse como un simple circuito «economizador de lámparas de incandescencia», el circuito de mando provisto de un optoacoplador se hace inútil, pues basta sustituirle por un interruptor de red miniatura (no ha de olvidarse que el interruptor habrá de soportar una tensión de 220 V para una intensidad de corriente de 0,5 A); de este modo, se puede prescindir de D5, T2, IC1 y R3. Todo lo que se precisa es un conmutador monoplaz conectado a los puntos de conexión de la pista conductora para las patillas 4 y 5 del circuito IC1 ahora omitido.

Una aplicación más sofisticada consiste en colocar el relé en la línea de salida de un circuito digital, por ejemplo en el cronoprosesador universal (ver Elektor núm. 28, Septiembre 1982). En tal caso, como el nivel lógico activo suele ser de 5 voltios, se puede prescindir también de D5 y de T2, para excitar el optoacoplador directamente a través de una resistencia limitadora. En el circuito impreso, se sustituye D5 por dicha resistencia, mientras que T2 se sustituye por un puente (entre el drenador y la fuente). El valor de la resistencia limitadora debe permitir la circulación de una corriente de 3 a 5 mA, lo que hace que sea suficiente una resistencia de 680 ohmios para una tensión de control de 5 V (nivel lógico alto).

Observaciones finales

Con el fin de evitar malentendidos, subrayamos que la presencia de un optoacoplador en este relé no hace renunciar, en absoluto, a ninguna de las precauciones habituales cuando se trabaja con tensiones de 220 V.

Es preciso cerciorarse de que la caja exterior no esté en contacto con ninguno de los componentes. Si se trata de una caja metálica habrán de tomarse las precauciones normales de puesta a tierra, etc. En la alimentación de la carga debe incluirse un fusible. Y, sobre todo, la máxima precaución en todo momento.