# elektor 11

año 2, núm. 11 abril 1981

Redacción, Administración y Suscripciones: Villanueva, 19, 1.º
Teléf. 276 08 23. Madrid-1
Edita: Ingelek, S.A.
Presidente: Ernesto Medina Muñoz
Director: Antonio M. Ferrer Abelló
Redactor jefe de la edición internacional: Bob W. van der Horst
Cuerpo de redacción: Redactores técnicos:
J. Barendrecht, G. H. K. Dam, P. Holmes, E. Krempelsauer, A. Nachtmann, G. Nachbar, K. S. M. Walraven
Colaboradores: J. Ignacio Alegría, Guillermo Jiménez, Domingo Bernal, Miguel Maroto
Exclusiva de publicidad NOVOMEDIA, S.A.
Madrid: Jefe de publicidad, Fernando Yunta. Recoletos, 1. Tel. 276 12 05-06-07
Barcelona: José Suárez. Villarroel, 191. Tel. 321 13 50
Bilbao: José Juan González Garay. Joaquín Adán, 1. Tel. 415 57 01
Impresión: Gráficas ELICA. Boyer, 5. Madrid-32
Contabilidad: María Antonia Buitrago
Suscripciones: Inmaculada de la Torre

| | 1980 (6 núms.) | 1981 (11 núms.) |
|---|---|---|
| España | 1.120 Ptas. | 1.800 Ptas. |
| Extranjero (correo de superficie) | 1.620 | 2.600 |
| Extranjero (correo aéreo) | 2.120 | 3.300 |
| Precio ejemplar sencillo | 160 | 175 |
| Precio ejemplar doble | 320 | 350 |
| Ejemplares atrasados | Precio de portada | |

En 1981 la revista Elektor tendrá carácter mensual, publicándose 10 números sencillos y uno doble correspondiente a julio/agosto.
Depósito legal: GU. 3-1980

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 a los circuitos impresos, incluido su diseño, que en ella se reproducen.
Los circuitos y esquemas publicados en Elektor, sólo pueden ser realizados para usos privados o científicos, pero no comerciales.
La utilización de los esquemas 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 la sociedad editora acepta la publicación de un artículo que le ha sido enviado, tendrá el derecho de modificarlo o hacerlo modificar por su cuenta. La sociedad tiene también el derecho de traducir o de hacer traducir un artículo y de 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 editora no acepta ninguna responsabilidad por no mencionar esta protección o cualquier otra.

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| CT | Consulta técnica | S | Suscripciones |
| DR | Director | RA | Revistas atrasadas |
| CD | Cambio de dirección | ESS | Servicio de Software |
| EPS | Circuitos impresos | P | Publicidad |
| SC | Servicio comercial | | |

Todas las cartas dirigidas a consulta técnica deberán incluir un sobre de respuesta, franqueado y con el nombre y dirección del consultante. En caso contrario no se atenderá la consulta.

**Copyright © 1981. Uitgeversmaatschappij Elektuur B. V. (Beek, Nederland).**
Prohibida la reprpducción total o parcial, aún citando su procedencia, de los dibujos, fotografías, proyectos y los circuitos impresos, publicados en Elektor.

**SOLICITADO CONTROL DE OJD**

# claves

**¿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: $\mu$ 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:

| | |
|---|---|
| $U_{CEO,}$ 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-) | $= 10^{-9}$ |
| $\mu$ (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 = 0,0000000000047F
10 = 0,01 $\mu$ 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 $\Omega$ /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.

# yo he jugado con el ordenador de juegos TV (2)

**En el anterior artículo sobre el ordenador de juegos TV habíamos visto las instrucciones principales. En esta segunda parte, vamos a estudiar en profundidad el resto de las instrucciones que completan el juego de sentencias del ordenador. Además de esta explicación, abordaremos programas de una cierta envergadura, que en algunos casos implican subrutinas del programa monitor.**
**Con un poco de práctica, y contando con la información publicada hasta el momento, no creemos que haya grandes dificultades para que los lectores hagan sus propios programas.**
**No obstante, en próximos números se irán publicando nuevos artículos sobre el ordenador de juegos TV. ¿Cuál será su contenido?, un poco de todo: más programas, información sobre el sistema (de la CPU y de la PVI), trucos de programación, discos, etc.**

En la primera parte, se estudiaron las instrucciones de carga, memorización, bifurcación, comparación, y las concernientes al BYTE de estado.

Como se muestra en las tablas A...E del artículo precedente, estas instrucciones son suficientes para poder escribir programas de un cierto interés. Sin embargo, como se puede constatar estudiando todos los programas contenidos en el disco ESS 006, se utilizan también algunas secuencias en las que se incluye una parte de las instrucciones restantes: las instrucciones aritméticas, lógicas y de rotación. Es preciso aclarar que las instrucciones de entrada/salida no se pueden emplear en la versión básica del ordenador.

## Instrucciones aritméticas

Aunque normalmente no se empleara este ordenador para realizar sumas, restas u operaciones similares, ciertamente las instrucciones llamadas aritméticas, pueden rendir grandes servicios en el tipo de programas que nos ocupa. Como puede verse en la tabla N.° 8, disponemos de un repertorio completo de instrucciones de adición y sustracción. La única que en cierto modo no debería entrar en este apartado, es la de «registro de ajuste decimal».
Las operaciones de adición y sustracción son todo lo simples que se podía esperar:
Ø3 + Ø5 = Ø8; 19—Ø2 = 17; 28 + 13 = 3B
Y así sucesivamente. Como en todos los ordenadores, los cálculos se efectúan en binario (8 bits) y los números negativos se expresan en complemento a dos, con lo cual los cálculos en sistema hexadecimal son perfectamente posibles. Atendiendo a los resultados de estos cálculos, los (tres) bits del registro inferior de estado podrán tomar dos posibles valores: Ø ó 1.
— *El bit de arrastre*. Este bit toma el valor 1 cuando el arrastre es generado por una adición, y cero cuando la operación es una sustracción. Sin embargo, será suficiente saber que este bit será correctamente interpretado en cualquier adición o sustracción, siempre y cuando se haya tomado la precaución de poner a 1 el bit de «arrastre» del registro inferior de estado (bit 3). Si no se hiciera así (no poner el bit «WC» a 1) toda información de arrastre en una operación queda ignorada, lo cual, en muchos de los casos, nos será de la mayor utilidad.
— *Bit de arrastre entre-dígitos (ICD)*. Este bit da una información de arrastre entre los cuatro bits de mayor peso y los de menor peso. Esta información sólo se utilizará para operaciones binarias, aunque en algunos cálculos decimales resultará esencial.
— *Bit de sobrecarga (OVF)*. Este bit es imprescindible en las adiciones que sobrepasen el límite permitido para los números positivos (7F) ya que los resultados, en este caso, no son correctos, es decir, si la suma de dos números sobrepasa la cantidad hexadecimal 7F el bit de sobrecarga pasará a valer 1. Pero veamos un ejemplo que nos lo aclarará mejor: la suma 7Ø + 28 dará como resultado 98, sin embargo nosotros sabemos que este número es equivalente a un número negativo en complemento a dos (—68).
Este tipo de resultados (falsos) es detectado por el bit de sobrecarga (también llamado de desbordamiento). Su funcionamiento es el siguiente: si en una adición el resultado es un número negativo, el bit de sobrecarga pasará al estado alto (1). Lo mismo sucederá si el resultado de una sustracción es un número negativo. Con estos consejos creemos que será suficiente explicación para estas operaciones aritméticas, sin embargo, en la práctica bastará saber que poniendo a Ø el bit «WC» del registro inferior de estado los resultados serán correctos sin tener que preocuparse de un arrastre pasado por alto.

### Ajuste decimal

Esta instrucción permite efectuar operaciones aritméticas decimales (codificadas en BCD) sobre grupos de dígitos. Para más detalles se consultarán los manuales de instrucciones aunque a decir verdad, hasta el presente no hemos tenido necesidad de esta instrucción. La única vez, en la que podría haber tenido una cierta utilidad (para visualizar en la pantalla retardos de tiempo), juzgamos más simple restar seis a cada pasada de Ø a F, como a continuación se ilustra:

```
    F7Ø7    TMI,R7
┌─ 98Ø2    BCFR
│   A7Ø6    SUBI,R7
└─► etc... ...
```

**Tabla 8**

**Instrucciones aritméticas**

| descripción | | ejemplo | comentarios |
|---|---|---|---|
| Adición del registro R al registro RØ | (ADDZ) | 81 | RØ: = R1 + RØ |
| Adición inmediata | (ADDI) | 84xx | xx = dato |
| Adición relativa | (ADDR) | 88yy | yy = desplazamiento |
| Adición absoluta | (ADDA) | 8Czzzz | zzzz = dirección |
| Sustracción del registro R al registro RØ | (SUBZ) | A1 | RØ: = RØ — R1 |
| Sustracción inmediata | (SUBI) | A4xx | xx = dato |
| Sustracción relativa | (SUBR) | A8yy | yy = desplazamiento |
| Sustracción absoluta | (SUBA) | ACzzzz | zzzz = dirección |
| Ajuste decimal. | (DAR) | 94 | |

## Instrucciones lógicas

Como se muestra en la tabla N.º 9, el juego de instrucciones lógicas comprende las siguientes sentencias: Y (AND en inglés), ŏ inclusivo (IOR), y ó exclusivo (EOR). En la tabla 10 se explican las operaciones lógicas con algunos ejemplos. Como en muchos otros casos, será mejor ver los efectos que producen estas operaciones, más que tratar de dar una explicación matemáticamente exacta de las mismas.

### AND

La operación lógica AND efectúa una comparación entre dos grupos de ocho bits. El resultado de esta operación es también una cifra de ocho bits, en la cual, los 1 indican que los dígitos correspondientes de los números comparados estaban también a 1, y los ceros, que alguno de ellos (o los dos) estaban a cero. Intuitivamente, podemos ver que mediante esta operación podremos poner a 1 o a 0, selectivamente, los ocho bit de cualquier número hexadecimal, y en particular los del registro de estado. Para dar más claridad a este tema veamos un ejemplo: supongamos que se emplea el registro R3 como parte de una subrutina de retardo o «reloj». Y que los tres bits de peso bajo caracterizan el color de la pantalla. Esto, traducido a instrucciones del ordenador será:

```
Ø3       LODZ,R3
4407     ANDI,RØ
8408     ADDI,RØ
CC1FC6   STRA,RØ
```

Después de «borrar» los restantes bits (cuatro de peso alto y uno de peso bajo) mediante la instrucción AND, se añade el bit de «validación de pantalla», y se memoriza el resultado en la PVI.

### OR INCLUSIVO

Una vez más, esta instrucción compara dos dígitos de ocho bits, pero en este caso los bits que están a 1 en uno de los dos números darán como resultado 1, es decir, es suficiente que uno de los dígitos tenga un bit a 1, para que el resultado sea 1. Para que el resultado sea cero, ambos bits (de uno y otro número) han de ser cero. Resumiendo, se trata de una máscara de datos complementaria.

Las instrucciones AND y OR inclusivo, puede servir para poner a 1 ó a Ø el interior de un grupo de ocho bits, sin alterar en lo más mínimo los demás. Por ejemplo, en el pequeño programa (un bucle) que a continuación mostramos, determinará simultáneamente el color de la pantalla y el del fondo:

```
Ø3       LODZ,R3
6408     IORI,RØ
CCIFC6   STRA,RØ
```

La instrucción OR inclusiva, asegura la puesta a 1 del bit «validación del fondo de pantalla».

### OR EXCLUSIVO

Aparte de las funciones lógicas propias de esta instrucción, a menudo nos serviremos de ella como inversor selectivo. Al aplicar la operación OR exclusivo a dos dígitos de ocho bits, podremos comprobar en el resultado, que ciertos bits del primer grupo han sido invertidos, en función de los del segundo grupo. Parece complicado, pero en realidad no lo es. Cada bit del primer grupo determina la operación sufrida por el homólogo del segundo grupo: si el del primer grupo es 1, el del segundo será invertido y si es cero quedará igual. Veamos algunos ejemplos. Supongamos en todos los casos que uno de los dígitos es siempre FF = 1111 1111. La instrucción «EOR, FF» invertirá todos los bits de este número dando como resultado ØØ. De igual forma la instrucción «EOR, CØ», invertirá los dos primeros bits (ya que CØ = 11ØØ ØØØØ, siendo el resultado ØØ11 1111 = 3F).

Finalmente, veamos un ejemplo más práctico. Como se menciona en el artículo anterior, el hecho de escrutar una columna del teclado, hace que los cuatro bits de peso bajo queden a 1. Por ejemplo, la tecla «C» (cuya columna se encuentra en la dirección 1E8A) será decodificada como 8F. Este dato superfluo puede suprimirse de la forma siguiente:

```
ØC1E8A   LODA,RØ
240F     EORI,RØ
```

Es necesario aclarar, que en este caso sería más fácil servirse de una instrucción AND como máscara de datos (y quizá más «lógico»): la instrucción «ANDI,RØ», nos dará el mismo resultado.




**Tabla 9** Instrucciones lógicas

| descripción | | ejemplo | comentarios |
|---|---|---|---|
| AND lógico entre los registro R y RØ | (ANDZ) | 41 | R ≠ RØ |
| AND lógico inmediato | (ANDI) | 44xx | xx = dato |
| AND lógico relativo | (ANDR) | 48yy | yy = desplazamiento |
| AND lógico absoluto | (ANDA) | 4Czzzz | zzzz = dirección |
| OR lógico entre los registro R y RØ | (IORZ) | 61 | |
| OR lógico inmediato | (IORI) | 64xx | xx = dato |
| OR lógico relativo | (IORR) | 68yy | yy = desplazamiento |
| OR lógico absoluto | (IORA) | 6Czzzz | zzzz = dirección |
| OR exclusivo entre los registros R y RØ | (EORZ) | 21 | |
| OR exclusivo inmediato | (EORI) | 24xx | xx = dato |
| OR exclusivo relativo | (EORR) | 28yy | yy = desplazamiento |
| OR exclusivo absoluto | (EORA) | 2Czzzz | zzzz = dirección |

## Instrucciones de rotación

Estas son: «desplazamiento del registro R a la derecha» y «desplazamiento del registro R a la izquierda». El efecto de estas instrucciones es el siguiente: el dato contenido en un registro determinado, sufre un desplazamiento a la derecha (o izquierda) de una posición. Si el bit de «arrastre» del registro inferior de estado se encuentra a cero, el desplazamiento se hará en bucle —es decir, un bit saldrá por un lado y entrará por el otro.
Cuando el bit «WC» está a 1, las cosas se complican algo más: los bits de «arrastre» y de «arrastre entre dígitos» han de tenerse también en cuenta. Felizmente, no es necesaria una explicación interminable, ya que en la table de la figura 2 quedan indicadas todas las posibilidades.

## Trucos de programación

Aquí es donde empieza lo divertido. Durante el tiempo que hemos estado probando (¡y jugando!) el ordenador de juegos TV, hemos encontrado (estudiando el programa monitor) algunos pequeños, pero útiles, trucos de programación. Los programadores experimentados, nos han asegurado que la mayoría de ellos son muy conocidos, sin embargo, puede ocurrir que algunos lectores no estén todavía al corriente de los mismos.

### EORZ,RØ

En lenguaje máquina: 2Ø. Esta instrucción realiza un OR exclusivo entre el dato contenido en el registro cero, y la propia instrucción; es decir, compara el registro RØ consigo mismo. El resultado de esta operación es que todos los bits que estén a 1, serán invertidos y los que estén a cero quedarán igual. O sea, el resultado de esta operación es siempre ØØ. La ventaja de esta instrucción es que ocupa la mitad del espacio (un solo byte) que utiliza su equivalente «Ø4ØØ» correspondiente a «LODI, RØ».

### IORZ,RØ

Esta instrucción («6Ø» en lenguaje de máquina) no modifica el contenido del registro RØ, sin embargo hace efectivamente una operación —aunque no tenga ningún efecto—. De esta forma se pueden modificar los bits del código de condición, en función del dato contenido en el registro RØ: Ø1 para un número positivo, ØØ para «cero», y 1Ø para un número negativo.

### Multiplicación y división

El hecho de desplazar hacia la derecha los bits de un cierto dato (contenido en un registro), equivale a multiplicar por dos dicho número (siempre y cuando no se produzca una sobrecarga; aunque esta situación puede fácilmente detectarse).
Del mismo modo, desplazar los bits, un lugar hacia la derecha equivale a dividir el número por dos. ¿Pero cómo multiplicar por tres? No hay ningún problema:

```
C1      STRZ,R1
D1      RRL,R1
81      ADDZ,R1
```

¡y ya está hecho el trabajo!
El dato inicial, presente en el registro RØ, se copia en el registro R1. A continuación se multiplica por dos el registro R1 y se suma el resultado al registro RØ, ¿bastante fácil, no?

**Tabla 10**

**Operaciones lógicas**

Las operaciones lógicas tratan a cada par de bit de los bytes en comparación según la tabla siguiente:

| | Bit A (Ø . . . 7) | Bit B (Ø . . . 7) | resultado |
|---|---|---|---|
| AND | Ø | Ø | Ø |
| | Ø | 1 | Ø |
| | 1 | Ø | Ø |
| | 1 | 1 | 1 |
| IOR | Ø | Ø | Ø |
| | Ø | 1 | 1 |
| | 1 | Ø | 1 |
| | 1 | 1 | 1 |
| EOR | Ø | Ø | Ø |
| | Ø | 1 | 1 |
| | 1 | Ø | 1 |
| | 1 | 1 | Ø |

**Ejemplos**

En los dos siguientes ejemplos se supone que el contenido inicial del registro RØ es ØF.

'ANDI, RØ, 33' (4433): dato A = ØF = ØØØØ 1111
dato B = 33 = ØØ11 ØØ11
resultado = Ø3 = ØØØØ ØØ11

'IORI, RØ, 33' (6433): dato A = ØF = ØØØØ 1111
dato B = 33 = ØØ11 ØØ11
resultado = 3F = ØØ11 1111

'EORI, RØ, 33' (2433): dato A = ØF = ØØØØ 1111
dato B = 33 = ØØ11 ØØ11
resultado = 3C = ØØ11 11ØØ

Adviértase que estas tres operaciones lógicas, pueden ser consideradas como máscaras de bits.
Despues de efectuar un AND, sólo quedarán a 1 en el dato inicial (A) los bit indicados por la máscara (dato B). Por el contrario, después de efectuar un OR exclusivo, sólo quedará a cero el resultado cuando ambos bit (de A y de B) sean cero. Finalmente si efectuamos un OR exclusivo, sólo quedará a uno el resultado cuando los bits comparados sean diferentes.

## LODI como bloc de notas

Durante el desarrollo de un programa, a menudo es necesario actualizar a intervalos regulares, ciertos datos. Por ejemplo, modificar el color de un objeto a partir de el teclado. Una vez que el nuevo dato se ha cargado en la PVI, este puede permanecer allí indefinidamente, haciendo que se mantenga el mismo color. Sin embargo, lo realmente problemático, es que este dato no puede ser leído en la PVI ni por tanto utilizado para posteriores aplicaciones (cambiar la posición de un objeto, por ejemplo). La única solución, es guardar una copia de este dato en alguna parte de la memoria «normal» (que se pueda leer y escribir). En el caso de querer modificar la posición de un objeto, el dato se recupera de esta «memoria bloc de notas», y a continuación el nuevo dato se memoriza a la vez en la PVI y en la memoria bloc de notas.
Realmente todo esto no representa una gran innovación, sin embargo en la práctica este pequeño truco es de gran utilidad. Si tenemos en cuenta que el programa está almacenado en memoria viva, no hay ninguna razón para no poder modificar las instrucciones del programa en curso.
Por ejemplo, para sumar el dato contenido en el registro R1 al dato actual del sonido, podremos escribir el siguiente programa:

```
Ø4ØØ    LODI,RØ
81      ADDZ,R1
C87C    STRR,RØ
CC1FC7  STRA,RØ
```

La segunda parte de la instrucción «carga inmediata» es utilizada como bloc de notas. De esta forma, se carga el dato actual del sonido en el registro RØ durante la ejecución de la primera instrucción. A continuación se le suma el dato contenido en el registro R1, y después, nuevamente se memoriza el dato actualizado en la memoria bloc de notas (luego se trasfiere a la PVI). Comparemos esta rutina con otra más habitual, en la que se utiliza la dirección Ø8CØ como memoria bloc de notas.

```
ØC Ø8CØ     LODA,RØ
81          ADDZ,R1
CC Ø8CØ     STRA,RØ
CC1FC7      STRA,RØ
```

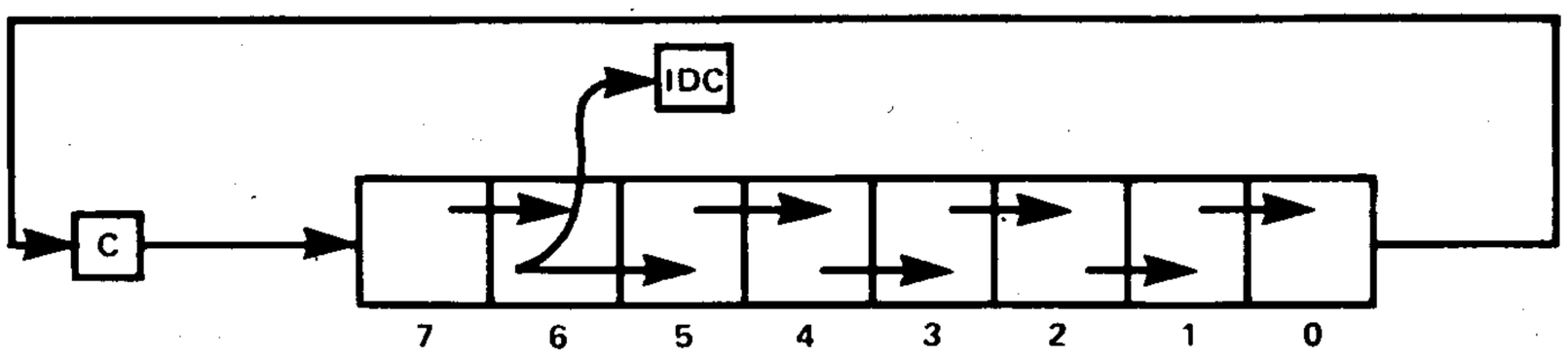
Ø8CØ = bloc de notas

Aun admitiendo que la tercera instrucción puede sustituirse por otra de «memorización relativa indirecta» (C8FB para ser exactos), esta rutina es más extensa que la anterior.

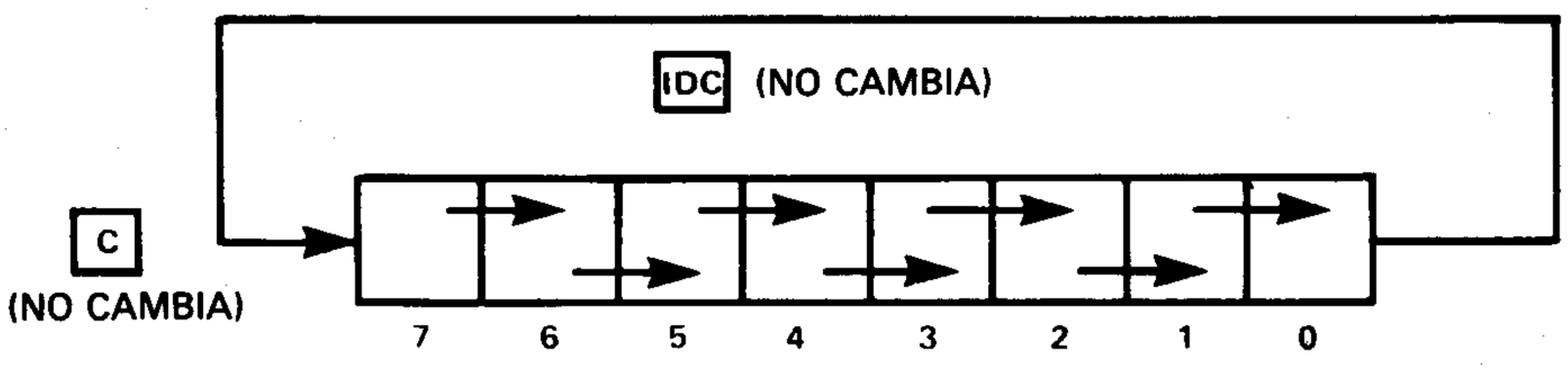
### Modificación de direcciones absolutas

El mismo truco puede ser utilizado para modificar direcciones absolutas en un programa en desarrollo. Por ejemplo en el programa de «mira electrónica» que se incluye en el disco ESS 006, se utiliza este

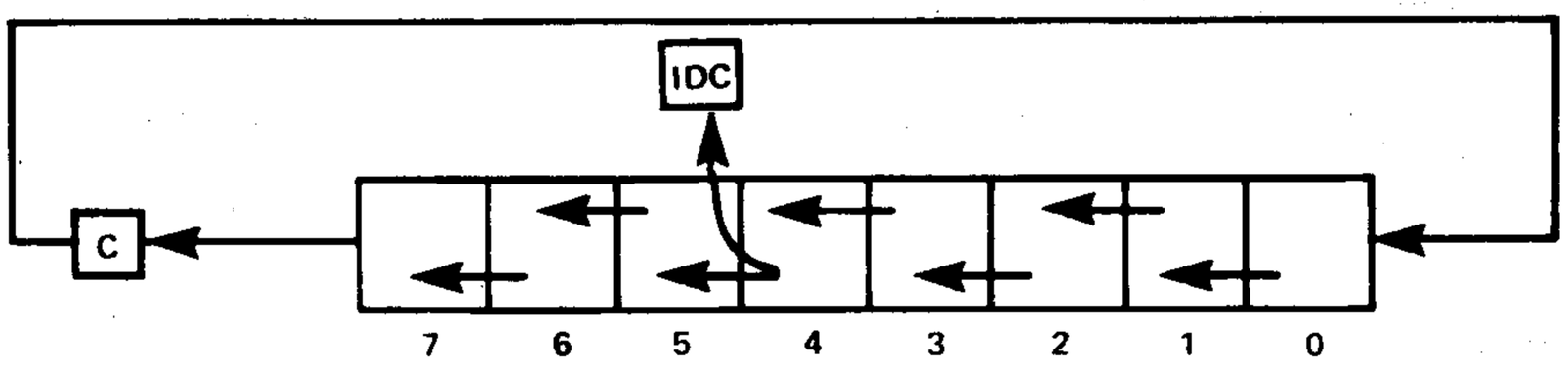
2



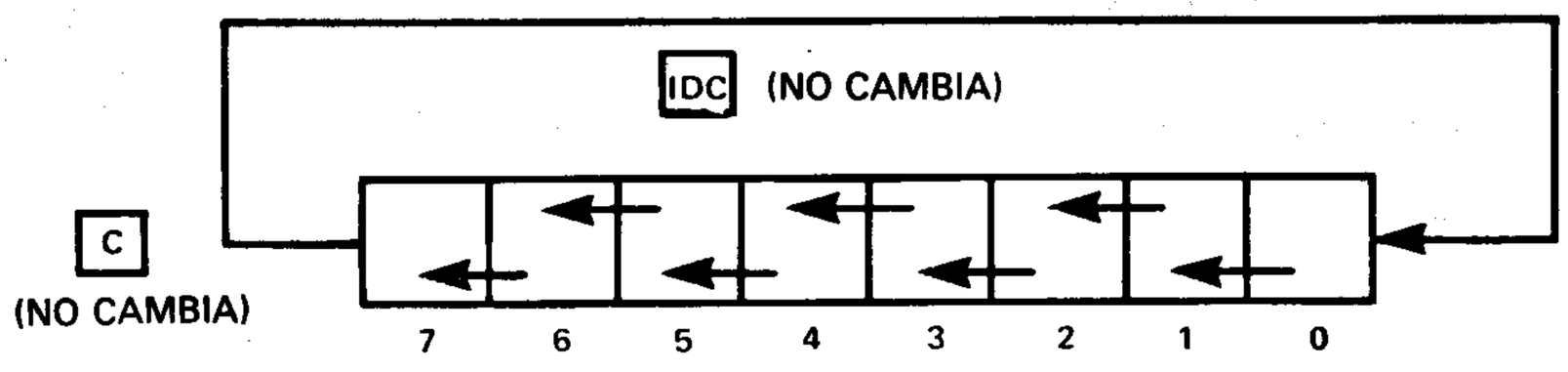

ROTACION DEL REGISTRO A LA DERECHA
CON ARRASTRE




ROTACION DEL REGISTRO A LA DERECHA
SIN ARRASTRE




ROTACION DEL REGISTRO A LA IZQUIERDA
CON ARRASTRE




ROTACION DEL REGISTRO A LA IZQUIERDA
SIN ARRASTRE

sistema par cargar toda una serie de datos iniciales. La tabla 11 muestra una parte de este programa en la que se han efectuado unas ligeras modificaciones (¡que lo hacen aún más útil!).
En cada pase del bucle se efectúan las siguientes secuencias. En primer lugar se recupera el segundo octeto de la dirección absoluta deseada, a partir de la «memorización de datos» (que corresponde a LODA, I-R1) y se memoriza en la dirección Ø9D5 (es decir, el tercer octeto de la instrucción STRA. A continuación se recupera el dato (segunda instrucción LODA, I R1) que serán memorizados en la dirección y momento precisos en la PVI. Es preciso notar que esta dirección no es 1FØØ, aunque así lo especifique el listado. Sería más correcto poner «1FXX», donde XX representa la dirección del dato recuperado por la primera instrucción LODA, I R1.
Es evidente que existen gran cantidad de variantes basadas en el mismo principio, sin embargo lo que realmente demuestra su utilidad, es el hecho de poderlas modificar durante el desarrollo de un programa. Regularmente nos encontraremos con aplicaciones prácticas sobre este tema, en el desarrollo de nuestros propios programas.

## Utilización de las rutinas del monitor

Como ya sabrán los lectores, el programa monitor se encuentra memorizado en una memoria ROM y por tanto no está a nuestro alcance el modificarlo. Sin embargo, teniendo en cuenta que esta área de memoria está situada en una zona cuyas direcciones son perfectamente accesibles al usuario, nada se opone a que utilicemos las rutinas del monitor en cualquiera de nuestros programas. Esto, como es lógico, presenta algunos problemas, por ejemplo en la mayoría de los casos las subrutinas deberán finalizarse con una instrucción de retorno incondicional (RETC, UN = 17). Por otra parte, en algunos casos específicos, será necesario introducir los datos iniciales correctamente, antes de lanzar la rutina del monitor. Pero, aun teniendo en cuenta estas pequeñas restricciones, creemos que serán de gran utilidad.

### Escrutación del teclado

Un programa completo de escrutación del teclado, comienza en la dirección Ø181. En el se incluye un sistema lógico para suprimir los rebotes de las teclas y un dispositivo (por programa) para excluir la pulsación de dos teclas simultáneamente.
Tal y como se ha concebido este programa, se utilizan los registros del banco inferior de registros. Si esto representara algún problema, como puede ser el haberlos utilizado ya en el programa principal, la rutina puede hacerse comenzar en la dirección Ø183, después de poner a cero los bits «WC» y «arrastre» del registro inferior de estado.
Dos puntos suplementarios merecen ser tenidos en cuenta: la rutina deberá repetirse dos veces seguidas. Preferiblemente entre imágenes, utilizando para ello el bit VRLE. Por otra parte, antes de realizar la primera escrutación, es necesario poner a cero la dirección de memoria Ø89F. En la tabla 12 se muestra el programa completo. Después de la iniciación y de la rutina «espera del VRLE», se efectúa la primera escrutación:

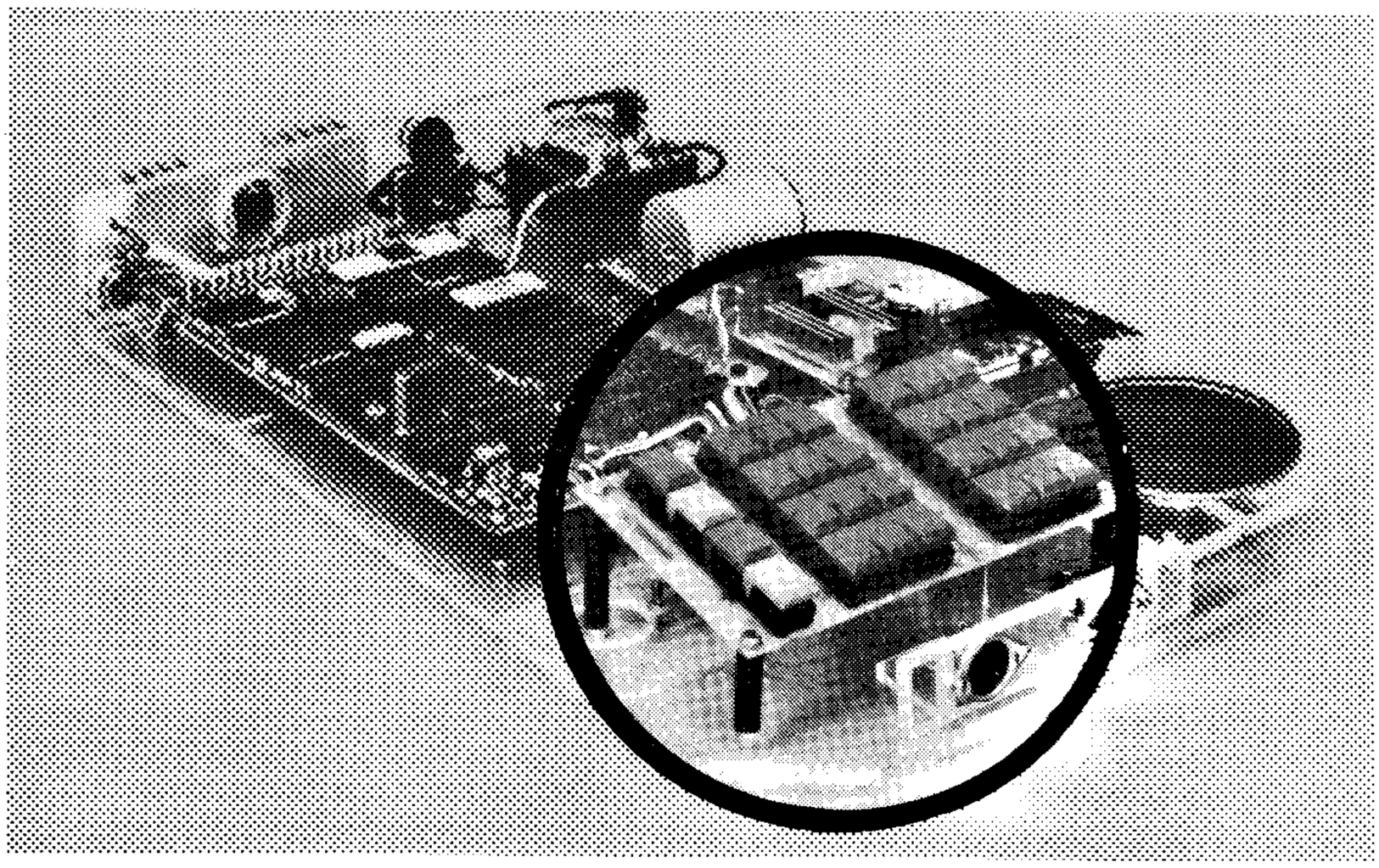


**Tabla 11**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 09C7 | 7620 | PPSU, II | |
| 09C9 | 056E | LODI, R1 | |
| 09CB | 0D49E2 | LODA, I-R1 | (dirección) |
| 09CE | C805 | STRR, R0 | |
| 09D0 | 0D49E2 | LODA, I-R1 | (dato) |
| 09D3 | CC1F00 | STRA, R0 | (09D5 = bloc de notas) |
| 09D6 | 5973 | BRNR, R1 | |
| 09D8 | 0C1E88 | LODA, R0 | retorno al control del monitor si se pulsa «PC» |
| 09DB | F420 | TMI, R0 | |
| 09DD | 9879 | BCFR | |
| 09DF | 1F0000 | BCTA, UN | |
| 09E2 | 50 0C | dato-dirección | VC 1 . . . 4 |
| 09E4 | 50 1C | dato-dirección | |
| 09E6 | 50 2C | dato-dirección | |
| 09E8 | 50 4C | dato-dirección | |
| 09EA | FE 0D | dato-dirección | VOD1 . . . 4 |
| 09EC | FE 1D | dato-dirección | |
| 09EE | FE 2D | dato-dirección | |
| 09F0 | FE 4D | dato-dirección | |
| 09F2 | 22 0A | dato-dirección | HC 1 . . . 4 |
| 09F4 | 42 1A | dato-dirección | |
| 09F6 | 62 2A | dato-dirección | |
| 09F8 | 82 4A | dato-dirección | |
| 09FA | AA C0 | dato-dirección | tamaño |
| 09FC | 09 C1 | dato-dirección | color |
| 09FE | 09 C2 | dato-dirección | |
| 0A00 | 19 C6 | dato-dirección | |
| 0A02 | 00 00 | dato-dirección | FORMA 1 |
| 0A04 | 00 01 | dato-dirección | |
| 0A06 | 00 02 | dato-dirección | |
| 0A08 | 74 03 | dato-dirección | |
| 0A0A | 44 04 | dato-dirección | |
| 0A0C | 74 05 | dato-dirección | |
| 0A0E | 44 06 | dato-dirección | |
| 0A10 | 44 07 | dato-dirección | |
| 0A12 | 77 08 | dato-dirección | |
| 0A14 | 00 09 | dato-dirección | |
| 0A16 | 00 10 | dato-dirección | FORMA 2 |
| 0A18 | 00 11 | dato-dirección | |
| 0A1A | 00 12 | dato-dirección | |
| 0A1C | 75 13 | dato-dirección | |
| 0A1E | 45 14 | dato-dirección | |
| 0A20 | 76 15 | dato-dirección | |
| 0A22 | 45 16 | dato-dirección | |
| 0A24 | 45 17 | dato-dirección | |
| 0A26 | 75 18 | dato-dirección | |
| 0A28 | 00 19 | dato-dirección | |
| 0A2A | 00 20 | dato-dirección | FORMA 3 |
| 0A2C | 00 21 | dato-dirección | |
| 0A2E | 00 22 | dato-dirección | |
| 0A30 | 77 23 | dato-dirección | |
| 0A32 | 25 24 | dato-dirección | |
| 0A34 | 25 25 | dato-dirección | |
| 0A36 | 25 26 | dato-dirección | |
| 0A38 | 25 27 | dato-dirección | |
| 0A3A | 27 28 | dato-dirección | |
| 0A3C | 00 29 | dato-dirección | |
| 0A3E | 00 40 | dato-dirección | FORMA 4 |
| 0A40 | 00 41 | dato-dirección | |
| 0A42 | 00 42 | dato-dirección | |
| 0A44 | 70 43 | dato-dirección | |
| 0A46 | 50 44 | dato-dirección | |
| 0A48 | 60 45 | dato-dirección | |
| 0A4A | 50 46 | dato-dirección | |
| 0A4C | 50 47 | dato-dirección | |
| 0A4E | 50 48 | dato-dirección | |
| 0A50 | 00 49 | dato-dirección | |

Dirección de comienzo: 09C7. Retorno al monitor, pulsando la tecla «PC»

3F0183 BSTA,UN, entra en funcionamiento.

Después de la escrutación, los dos bits de mayor peso del registro R1 indicarán el resultado de la misma. Si el bit 6 está a 1, significa que se trata de la primera escrutación, y que la siguiente va a comenzar. En este momento el programa ejecuta una bifurcación hacia la subrutina «espera del VRLE». Después de la segunda escrutación, el bit 6 se pone a cero y el 7 indicará si se ha pulsado alguna tecla durante alguna de las escrutaciones; es decir toma el valor 1 en caso de que se haya pulsado alguna tecla, y 0 en caso contrario (cuando se pulsan dos o más teclas también es cero). Es preciso recordar aquí, que el código de la tecla pulsada (bit 7 a «1») es un número negativo, y por tanto el código de condición tomará el valor 10.

Otra posibilidad suplementaria (sin utilizar) de esta rutina, consiste en poner a cero el bit 7 únicamente (dirección 089F), con lo cual será el bit 5 del registro R1 el que indique si se ha pulsado alguna tecla.

Al retornar a la rutina dada en la tabla 12, los cinco bits de peso bajo del registro R1, después de la segunda escrutación (es decir, cuando se alcanza la dirección 0FE6) indicarán el número de la tecla pulsada. En la figura 3a, se muestra la lista de números hexadecimales que corresponden a cada tecla. Los rótulos que figuran en la parte superior izquierda pertenecen a las abreviaturas de las teclas utilizadas por el Programa monitor. Es preciso notar, que estos números serán válidos en tanto el bit 7 del registro R1 esté a 1, como anteriormente dijimos: de otra forma aparecerá «00», siempre que el dato de la dirección 089F haya sido completamente borrado, o bien el código de la tecla precedente (si es que el bit 7 no se ha puesto a cero). Como el lector puede imaginar, el poder dar órdenes al programa durante su ejecución, abre un infinito campo de aplicaciones y posibilidades para el programador, dando a la vez más riqueza y variedad a los juegos.

Una idea particularmente útil, es hacer que los cuatro bits de peso bajo sean iguales para los teclados de ambos jugadores, y que el quinto bit indique el teclado utilizado. En algunos casos puede ser preferible emplear un código diferente para cada teclado, utilizando para ello la segunda parte del programa (de la dirección 0FE6 a 0FF5). Los códigos de las teclas trasladadas (figura 3b) serán transferidos al registro R0.

Este código presenta algunas ventajas. En lo que concierne a las dieciséis teclas numéricas, el código corresponde simplemente al número que acompaña a la tecla. Las demás teclas se distinguen por poner el bit 7 a 1, a excepción de las teclas + y — que ponen a 1 el bit 6 y las teclas RCAS y WCAS que ponen a 1 el bit 5. De esta forma, el único inconveniente es que la tecla del control superior (UC) y del control inferior (LC) así como la de puesta a cero (RESET) —siempre que ésta última se haya cableado formando parte del teclado— toman todas el valor 80. Esto se debe a que estas teclas no se emplean en esta rutina del programa monitor.

Finalmente se ha incluido un programa complementario, que utiliza la rutina de escrutación del monitor, a partir de la dirección 0FF6. Este programa no hace más

que esperar hasta que se libere la tecla pulsada, para lo cual hace una escrutación del teclado y espera hata que aparece el código 30 (que corresponde a la orden «ninguna tecla pulsada»).

**Algunas subrutinas**

Una vez vistas en profundidad las rutinas de escrutación, echemos una mirada a algunos subprogramas de carácter más simple.

*Borrado de los duplicados*

La instrucción 3F009E (BESTA,UN,009E) carga el dato «FE» en las cuatro direcciones de la «deriva vertical de los duplicados», que son: 1F0D, 1F1D, 1F2D y 1F4D. ¿El resultado?, sólo aparecerán en la pantalla los objetos originales, sin ningún doble.
Si se desea dar una posición determinada a los dobles de los objetos, se hará de la forma siguiente: primeramente se memoriza el dato en el registro R0, y a continuación se lanza el subprograma a la dirección 00A0. En esta rutina únicamente se utiliza el registro R0.

*Borrado de objetos*

Todos los datos que definen la forma de un objeto, pueden ser borrados fácilmente, memorizando 00 en las direcciones 1F00 a 1F4F. Precisamente esta es la función de la subrutina que comienza en la dirección 016E. Para cargar cualquier otro dato en estas direcciones, bastará con memorizar el dígito deseado en el registro R0 y lanzar el subprograma a la dirección 016F. Los registros utilizados por esta subrutina son R0 y R2.

*Fraccionamiento de un registro*

Como sabemos, los ocho bits de un registro, puede escribirse como dos dígitos hexadecimales. En algunos casos puede resultar interesante poder disponer de estos dos dígitos por separado. El subprograma que comienza en la dirección 035E, fracciona el dato contenido en el registro R1. Si el dato inicial contenido en el registro R1 era «XY», el subprograma de fraccionamiento hará lo siguiente: memorizará en el registro R1,0Y, y en el registro R0,0X.

**Programa de visualización de textos**

Se pueden emplear con toda seguridad, muchos otros pequeños programas, contenidos en el monitor. Sin embargo, la mayoría de ellos guardan estrecha relación con el programa de visualización de textos; de forma que el mejor método de darlos a conocer será explicarlos separadamente.

**Tabla 12**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0FD0 | 20 | EORZ, R0 | inicialización para la escrutación del teclado | escrutación del teclado y decodificación |
| 0FD1 | CC089F | STRA, R0 | | |
| 0FD4 | 7712 | PPSL, RS, COM | | |
| 0FD6 | 7509 | CPSL, WC, C | | |
| 0FD8 | 0CIFCB | LODA, R0 | espera el VRLE | |
| 0FDB | F440 | TMI, R0 | | |
| 0FDD | 9879 | BCFR | | |
| 0FDF | 3F0183 | BSTA, UN | ir a la subrutina de escrutación del teclado y recomenzar, si es el primer pase | |
| 0FE2 | F540 | TMI, R1 | | |
| 0FE4 | 1872 | BCTR | | |
| 0FE6 | 01 | LODZ, R1 | cargar «30» si no se ha pulsado tecla. Si se ha pulsado alguna tecla, transferir el código y retornar | |
| 0FE7 | 1A05 | BCTR | | |
| 0FE9 | 0430 | LODI, R0 | | |
| 0FEB | 7510 | CPSL, RS | | |
| 0FED | 17 | RETC, UN | | |
| 0FEE | 451F | ANDI, R1 | | |
| 0FF0 | 0D6122 | LODA, I/R1 | | |
| 0FF3 | 7510 | CPSL, RS | | |
| 0FF5 | 17 | RETC, UN | | |
| 0FF6 | 3B58 | BSTR, UN | (escrutación de teclado) (ninguna tecla) | esperar que se libere la tecla y después retornar |
| 0FF8 | F430 | TMI, R0 | | |
| 0FFA | 987A | BCFR | | |
| 0FFC | 17 | RETC, UN | retorno | |

Los registros utilizados son: R0, R1', R2', R3'
Niveles de subprogramas utilizados: 2 para la escrutación del teclado;
3 para la espera de las teclas.

*Inicialización de la PVI*

Este subprograma (que comienza en la dirección 0161) predispone a la PVI para efectuar una visualización de textos; este programa hace lo siguiente:
— Tamaño de los objetos 2 («AA» en la dirección 1FC0).
— Color de los objetos (amarillos y pantalla azul).
— «00» en la dirección 1FC3 (formato/posición).
— Inhibición del sonido.
— Inhibición del marcador («AA» en las direcciones 1FC8 y 1FC9).
— Borrado de los objetos («00» en las direcciones 1F00...1F4F).
Recordemos que este programa pone «00» en las direcciones que corresponden a la posición de los objetos. Los datos pertenecientes al fondo de la pantalla permanecen inalterados; simplemente se hacen invisibles dándoles el mismo color que la pantalla.
Los registros utilizados son R0, R1 y R2.

*Datos para escribir un mensaje*

Cuando se desea escribir un mensaje, obviamente habrá que memorizar el área «forma de objeto» de la PVI, toda una serie de datos. Afortunadamente, como se muestra en la tabla 13, el programa monitor tiene preprogramados la forma de varios caracteres.
Los 28 primeros caracteres del alfabeto (incluido el signo «×») se encuentran ya programados en la ROM del monitor; los demás son «accidentales» por llamarlo de alguna manera. Uno de los programas contenidos en el fichero del disco ESS 006 permite visualizar la serie completa de caracteres, junto con otros obtenidos de forma similar.
Para escribir una línea de texto, es necesario escribir en las direcciones 0890...0897, los códigos mostrados en la tabla N.° 13. Cada línea se compone de ocho caracteres; si se desea dejar espacios en blanco, se memorizará el código 17 en la dirección correspondiente. En algunos casos puede ser de gran utilidad reservar primeramente los ocho espacios y después memorizar los datos (letras o números) requeridos. Esta función es realizada por el subprograma que comienza en la dirección 02D9; los registros utilizados son R0 y R2.
Para mejor comprender todo lo explicado hasta ahora, veamos un programa de aplicación: el programa mostrado en la tabla 14 (tabla 7 del artículo anterior) visualizará el cuadro completo de los caracteres más utili-

**3**

**a**

| teclas del sistema | teclado izquierdo | | | teclado derecho | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UC 0F | RCAS 03 | WCAS 07 | C 0B | D 13 | E 17 | F 1B |
| STRT 0E | BP 02 | REG 06 | 8 0A | 9 12 | A 16 | B 1A |
| LC 0D | PC 01 | MEM 05 | 4 09 | 5 11 | 6 15 | 7 19 |
| RESET 0C* | – 00 | + 04 | 0 08 | 1 10 | 2 14 | 3 18 |

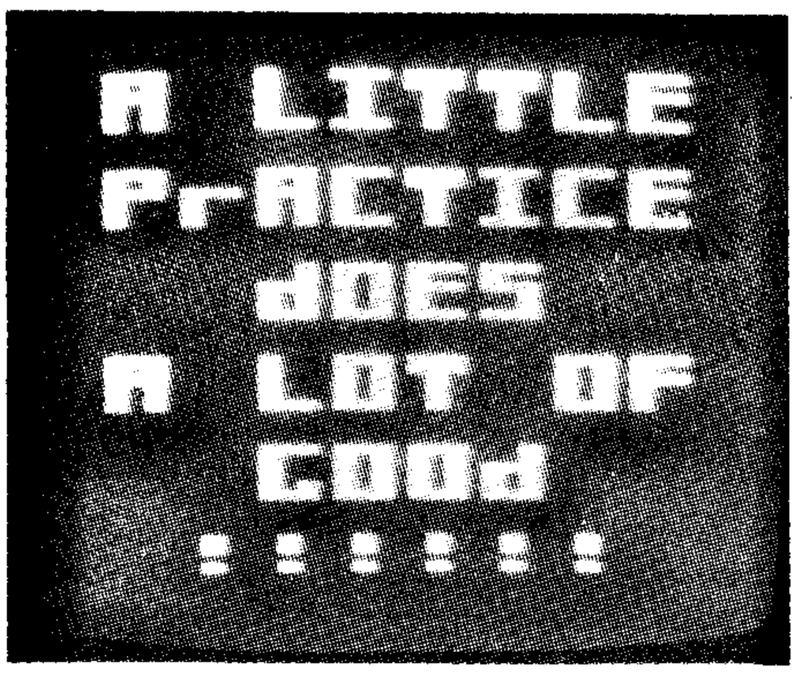
* Téngase en cuenta que sólo se obtendrá este código si esta tecla está cableada como parte normal del teclado —y no cuando se conecta directamente a la entrada RESET como se indica en el circuito electrónico.

**b**

| teclas del sistema | teclado izquierdo | | | teclado derecho | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UC 80 | RCAS 90 | WCAS 93 | C 0C | D 0D | E 0E | F 0F |
| STRT 8A | BP 84 | REG 87 | 8 08 | 9 09 | A 0A | B 0B |
| LC 80 | PC 8D | MEM 81 | 4 04 | 5 05 | 6 06 | 7 07 |
| RESET 80* | – C0 | + E0 | 0 00 | 1 01 | 2 02 | 3 03 |

30 = ninguna tecla pulsada
* ver nota al pie de la figura 3a

zados. Veamos cómo: Después de la tradicional «inhibición de interrupción», el primer paso consiste en inicializar la PVI mediante «3FØ161», como anteriormente se dijo. A continuación se preparan los registros R3 y R1 para definir el número total




de caracteres (42 = 2A) y el número de caracteres por línea (Ø7); el código de los caracteres que se desea visualizar se memorizan a partir de la dirección Ø93Ø. Seguidamente entra en funcionamiento el programa «cargar ocho espacios» (3FØ2D9). No es que esto sea especialmente necesario aquí (ya habíamos cargado siete caracteres en cada línea, y fácilmente habríamos podido cargar otro más) pero de esta forma se comprenderá mejor la idea. El pequeño bucle que figura a continuación (de la dirección Ø90C a Ø912) transfiere la primera línea de códigos (a partir de la dirección Ø953) a la memoria «bloc de notas de textos» (situada a partir de la dirección Ø89Ø).

*Carga en la PVI de las líneas M*

Este subprograma del monitor (que comienza en la dirección Ø2ØE) transfiere los códigos de las letras memorizadas en el «bloc-notes de textos» a la zona de memoria que define la forma de los cuatro objetos, y almacena los resultados en otra zona de la memoria, denominada «bloc-notes de la pantalla» (que para un conjunto de seis líneas ocupa las direcciones Ø8ØØ...Ø88F).
Como esta rutina emplea los cuatro registros (RØ...R3), los datos almacenados en el contador de caracteres (R3), se verán modificados.
Como se dijo anteriormente, podríamos haber utilizado como bloc de notas una instrucción de «carga inmediata» en la dirección Ø9Ø7, sin embargo, en este programa hemos preferido otra solución: se elige el banco superior de registros, antes de bifurcarse hacia el subprograma.
La siguiente etapa, consiste en verificar que los caracteres de las seis líneas hayan sido correctamente cargados, en tanto no sea así, el programa efectúa una bifurcación a la dirección Ø927 (que nos conduce al siguiente subprograma):

*Desplazamiento de líneas*

Para ser más precisos, este subprograma (que comienza en la dirección Ø2CF) debería haberse llamado «desplazamiento y carga de ocho espacios en las líneas M». Sus efectos son los siguientes:
• Todos los datos concernientes a la visualización de objetos en los bloc de notas de visualización, remontan una línea: es decir, de la sexta a la quinta, de la quinta a la cuarta, etc., perdiéndose por tanto la primera línea de caracteres.
• El código correspondiente a los espacios en blanco (17) se carga en las ocho posiciones de la memoria bloc de notas de la línea de texto.
Como en este programa se emplean los registros RØ, R1 y R2, una vez más se hace necesario utilizar instrucciones para seleccionar el banco de registros. Sin embargo, en este caso no es del todo indispensable ya que el único registro que se debe preservar es R3, y de nuevo utilizaremos la misma técnica, con el fin de aclarar el principio utilizado.
Después de esta rutina, el programa efectúa una bifurcación a la dirección Ø9Ø7, para cargar la línea siguiente.
Una vez que las seis líneas han sido cargadas, el contenido del registro R3 toma el valor cero, y por tanto la instrucción de bifurcación es ignorada.
A continuación presentamos una técnica poco habitual para dar fin a un programa, que forma parte de esta subrutina:
— Esperar a que la tecla «+» haya sido liberada —este programa entra en funcionamiento desde el mismo momento en que se pulsa la tecla «+», pero debido a la extraordinaria rapidez del microprocesador, la ejecución del programa habrá finalizado mucho antes de liberar la tecla.
— Retorno al control del monitor en la dirección ØØ38: el texto se escribe sobre la pantalla, antes que cualquier otro mensaje propio del programa.
Sin embargo, no siempre será posible utilizar este método para salir de un programa, ya que sería preciso servirse de una nueva subrutina del programa monitor para escribir textos en la pantalla:

*Visualización de seis líneas de texto*

Cada una de las seis líneas de la pantalla está compuesta de cuatro objetos; las líneas

**Tabla 13**

| carácter | código | carácter | código | carácter | código | carácter | código |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | ØØ | A | ØA | P | 14 | ? | 5F |
| 1 | Ø1 | b | ØB | r | 15 | . . | 8A |
| 2 | Ø2 | C | ØC | = | 16 | n (1) | AA |
| 3 | Ø3 | d | ØD | espacio | 17 | I | BB |
| 4 | Ø4 | E | ØE | + | 18 | T | BC |
| 5 | Ø5 | F | ØF | — | 19 | I | DF |
| 6 | Ø6 | G | 1Ø | : | 1A | : (2) | E6 |
| 7 | Ø7 | L | 11 | x | 1B | • | F7 |
| 8 | Ø8 | I | 12 | | | ! (3) | A2 |
| 9 | Ø9 | n | 13 | | | | |

**Notas:**
(1) Esta «n» es mucho más grande que la versión «oficial» (código 13).
(2) De igual forma, estos dos puntos son más grandes que los obtenidos con el código 1A.
(3) La exclamación es realmente muy pequeña, pero no existe otra versión mejor.
(4) Se puede utilizar el Ø (código ØØ) para representar la letra 0; de igual forma el 5, hará de S y el 2 de Z

**Tabla 14**

```
0900        7620      PPSU, II
0902        3F0161    BSTA, UN      borrado/iniciación de la PVI
0905        072A      LODI, R3
0907        0507      LODI, R1
0909        3F02D9    BSTA, UN      (cargar 8 espacios)
090C        0F4930    LODA, I-R3    (dato de la línea de texto)
090F        CD4890    STRA, I-R1
0912        5978      BRNR, R1
0914        7710      PPSL, RS
0916        3F020E    BSTA, UN      (carga de la línea M)
0919        7510      CPSL, RS
091B        5B0A      BRNR, R3
091D        0C1E89    LODA, RØ      esperar que se haya
0920        F410      TMI, RØ       liberado la tecla «+»
0922        1879      BCTR
0924        1F0038    BCTA, UN      retorno al monitor
0927        7710      PPSL, RS
0929        3F02CF    BSTA, UN      (desplazamiento de líneas)
092C        7510      CPSL, RS
092E        1B57      BCTR, UN

0930        5F A2 17 8A 17 E6 F7    sexta línea
0937        Ø2 16 17 18 19 1A 1B    quinta línea
093E        AA 13 ØØ 14 15 Ø5 BC    cuarta línea
0945        ØE ØF 1Ø 12 DF 11 BB    tercera línea
094C        Ø7 Ø8 Ø9 ØA ØB ØC ØD    segunda línea
0953        ØØ Ø1 Ø2 Ø3 Ø4 Ø5 Ø6    primera línea
                                    DATOS
```

Dirección de comienzo: 0900

2...6 están formadas por los duplicados. Para escribir el texto deseado sobre la pantalla, es preciso recuperar los datos de la forma del objeto (almacenados en la memoria bloc de notas de visualización) en el momento preciso (para cada línea) e introducirlos en PVI.
La rutina del programa monitor que realiza esta función comienza en la dirección Ø055, y utiliza los registros RØ, R1 y R2. Para que la visualización del texto sea correcta, es preciso poner a 1 el bit «COM» del registro inferior de estado (la instrucción es: 77Ø2 = PPSL,COM).
Aún más, es preciso pasar el control del programa a esta subrutina, después de cada trama (imagen); el retorno al programa principal tendrá lugar únicamente cuando la sexta línea haya sido visualizada. Esto significa, que cualquier otro programa presente en la memoria del computador se podrá ejecutar solo, antes o durante el final de cada trama.
Para ilustrar este punto con más claridad, modifiquemos el programa dado en la tabla 14 de acuerdo a los datos que figuran en la tabla 15. Con ello, ahora disponemos de todas las rutinas de visualización de textos en un mismo programa. Sin embargo, aún permanece un pequeño problema: cuando se pulsa la tecla «PC«, el monitor efectúa un desplazamiento de las líneas transfiriendo los datos de la memoria bloc de notas de línea de textos hacia la memoria (bloc de notas) de visualización, efectuando un nuevo desplazamiento de las líneas y añadiendo la línea «PC =».

## Las interrupciones

Nuestra postura en el anterior artículo, respecto a las interrupciones se podía resumir en dos palabras: ¡no utilizarlas! A pesar de todo, hemos hecho caso omiso de nuestros propios consejos y hemos introducido rutinas de interrupción en algún programa (véase el programa «la guerra del espacio» que figura en el disco ESS 006).
No es que nos consideremos expertos en la materia, pero creemos que después de la experiencia adquirida, estamos en condiciones de revelarles algunos trucos de programación sobre este tema.

### Elección de interrupciones

La PVI genera señales de interrupción cada vez que finaliza el trazado de un objeto o su doble, así como al final de cada trama. Estas demandas de interrupción serán tenidas en cuenta, siempre que el bit de «inhibición de interrupción» del registro superior de estado esté a cero. Aunque la causa de las interrupciones pueden ser varias (final de trazado del primer objeto, del tercer doble, fin de trama, etc.), el resultado siempre es el mismo: el bit de «inhibición de interrupción» es puesto a 1 por el microprocesador, se interrumpe el programa en curso, y se ejecuta la parte de programa que comienza en la dirección Ø9Ø3, como una subrutina cualquiera.
Suponiendo que nuestro interés se centre en las interrupciones generadas por los finales de trama (sin tener en cuenta las otras condiciones que también las producen), no será difícil escribir un programa que reaccione a dichas demandas de interrupción, ya que el bit «detección» («sense») del registro superior de estado toma el valor 1 al final de cada trama. Basándonos en esto, podemos

**Tabla 15**

— cambiar la instrucción de la dirección Ø924 por «1FØ95A» (en lugar de 1FØ38)
— añadir la parte de programa siguiente:

```
Ø95A   ØC1FCB   LODA, RØ
Ø95D   F44Ø     TMI, RØ      espera del VRLE
Ø95F   9879     BCFR
Ø961   ØC1E88   LODA, RØ     retorno al monitor
Ø964   F42Ø     TMI, RØ      si se pulsa
Ø966   1CØØØØ   BCTA         la tecla «PC»
Ø969   77Ø2     PPSL, COM    visualizar 6 líneas
Ø96B   3FØØ55   BCTA, UN
Ø96E   1B6A     BCTR, UN
```

**Tabla 16**

```
Ø9ØØ   1FØ958   BCTA, UN     sólo
Ø9Ø3   B48Ø     TPSU, detección interrupciones
Ø9Ø5   16       RETC         verticales
Ø9Ø6   B44Ø     TPSU, bandera
Ø9Ø8   18Ø8     BCTR
Ø9ØA   764Ø     PPSU, bandera poner a 1/Ø
Ø9ØC   2Ø       EORZ, RØ     una trama sí, otra no;
Ø9ØD   CCØ89F   STRA, RØ     programa de
Ø91Ø   1B02     BCTR, UN     escrutación
Ø912   744Ø     CPSU, bandera del teclado
Ø914   3FØ181   BSTA, UN
Ø917   9A38     BCFR         ninguna tecla
Ø919   Ø1       LODZ, R1
Ø91A   451F     ANDI, R1     transferencia del
Ø91C   ØD6122   LODA, I/R1   código de tecla
Ø91F   E4EØ     COMI, RØ     bifurcación
Ø921   182E     BCTR         si se pulsa la tecla «+»
Ø923   F48Ø     TMI, RØ      retorno al monitor{si se pulsa
Ø925   1CØØØØ   BCTA         alguna tecla de control
Ø928   C8Ø4     STRR, RØ     salvaguardar
Ø92A   3FØ2CF   BCTA, UN     los datos en RØ
Ø92D   Ø4ØØ     LODI, RØ     y desplazar las líneas
Ø92F   DØ       RRL, RØ
Ø93Ø   DØ       RRL, RØ      RØ x 8
Ø931   DØ       RRL, RØ
Ø932   ØØØ8     LODI, R2
Ø934   82       ADDZ, R2
Ø935   C1       STRZ, R1
Ø936   ØD4961   LODA, I-R1   cargar las
Ø939   CE489Ø   STRA, I-R2   líneas M
Ø93C   5A78     BRNR, R2
Ø93E   3FØ2ØE   BSTA, UN
Ø941   ØC1E8A   LODA, RØ
Ø944   6C1E8C   IORA, RØ
Ø947   6C1E8D   IORA, RØ     espera para que
Ø94A   6C1E8E   IORA, RØ     se libere la tecla
Ø94D   44FØ     ANDI, RØ
Ø94F   9870     BCFR
Ø951   3FØØ55   BSTA, UN     visualizar 6 líneas
Ø954   742Ø     CPSU, II     y esperar las
Ø956   1B7C     BCTR, UN     interrupciones

Ø958   762Ø     PPSU, II     borrado/inicialización
Ø95A   3FØ161   BSTA, UN     de la PVI y puesta
Ø95D   77Ø2     PPSL, COM    a 1 del bit «COM»
Ø95F   1B73     BCTR, UN
```

```
Ø961   Ø5 BC ØA 15 BC 17 17 17  dato Ø
Ø969   ØB ØE 1Ø 12 AA 17 17 17  dato 1
Ø971   ØA AA ØF ØA AA 1Ø 17 17  dato 2
Ø979   ØD ØE ØB 56 BC 17 17 17  dato 3
Ø981   ØE AA ØD 17 17 17 17 17  dato 4
Ø989   ØE 12 AA ØD ØE 17 17 17  dato 5
Ø991   ØE AA ØD ØE 17 17 17 17  dato 6
Ø999   ØF 12 AA 17 17 17 17 17  dato 7
Ø9A1   ØF 56 AA 17 17 17 17 17  dato 8
Ø9A9   11 ØØ 11 17 17 17 17 17  dato 9
Ø9B1   Ø5 14 ØA Ø5 Ø5 17 17 17  dato A
Ø9B9   15 12 1Ø ØØ 11 ØA ØD ØE  dato B
Ø9C1   AA 12 ØC ØE 17 17 17 17  dato C
Ø9C9   ØA ØA 15 ØD 12 1Ø 17 17  dato D
Ø9D1   AA ØE BC BC 17 17 17 17  dato E
Ø9D9   1Ø ØE AA BC 12 11 ØE 17  dato F
```

hacer que un subprograma situado en la dirección Ø9Ø3, entre funcionamiento bajo una demanda de interrupción de final de trama. Veamos un ejemplo:

Ø9Ø3 B48Ø TPSU, detección
Ø9Ø5 36 RETE

Si el bit de detección no está a 1, la instrucción TPSU generará el código de condición 1Ø. La instrucción «retorno del subprograma y validación de interrupción» (RETE) es ejecutada a continuación, con lo cual se pone fin al subprograma de interrupción; aclaremos esto, sólo si el bit «detección» toma el valor 1, al final de cada trama, será ejecutada la rutina de interrupción prevista. Generalmente esto sucede, debido a un pequeño problema sobre el que más adelante volveremos a insistir. También es posible utilizar un procedimiento de selección de las interrupciones más extenso. En la «guerra del espacio» (de la que anteriormente hemos hablado) el programa comienza de la siguiente forma:

Ø9ØØ 1FØ9ØB BECTA,UN (hacia el programa principal)
Ø9Ø3 B48Ø TPSU, detección
Ø9Ø5 1CØA1Ø BECT (hacia la rutina de interrupción vertical)
Ø9Ø8 1FØ9D5 BECTA,UN (hacia la rutina de interrupción objeto)
Ø9ØB 7620 PPSU,II (aquí comienza el programa principal)

Si en este caso, se pone a 1 el bit de «detección», la bifurcación se hará a la dirección Ø5, lo cual hace entrar en funcionamiento el programa de interrupción (al final de cada trama). En el caso contrario (bit de «detección a cero») no hará falta tener en cuenta esta instrucción de bifurcación, de forma que, la siguiente transferencia de control (incondicional) hará comenzar el programa de interrupción debido a la señal de «fin de trazado de objeto». Este último programa de interrupción, comienza por una secuencia de comprobación suplementaria:

Ø9D5 ØC1FCA LODA,RØ (tercer objeto)
Ø9D8 F402 TMI,RØ (¿fin de trazado del objeto?)
Ø9DA 36 RETE (en caso negativo retorno)

En conclusión, resulta que sólo serán tenidas en cuenta dos demandas de interrupción fundamentales: la de fin de trama y fin de trazado del 3er objeto (o de su doble). Todas las demandas de interrupción de objetos serán ignoradas.

Durante los ensayos de este programa, nos encontramos con un pequeño problema, en algunos casos ¡se ignoraba la rutina de interrupción de final de trama! Este error se detectó al observar que una subrutina de «final de trazado del 3er objeto» se ejecutaba justo antes que la de «fin de trama», con lo cual esta última era completamente ignorada y no se llegaba nunca a la interrupción vertical. La solución fue simple: consistió en asegurarse de que no se pudiera producir ninguna subrutina de interrupción debida al «fin de trazado del 3er objeto» antes que la de «final de trama». Para ello, fue suficiente con seleccionar una secuencia de valores adecuada en la «coordenada vertical de deriva» (offset) de los dobles.

### Validación de interrupción

El lector quedará sorprendido, si examina atentamente el trozo de programa dado anteriormente (de la dirección Ø9ØØ a Ø9ØB). Desde el comienzo del programa principal (dirección Ø9ØB), el bit de inhibición de interrupciones ¡está a 1!, lo cual significa que todas las demandas de interrupción serán ignoradas; entonces, ¿para qué introducir subrutinas de interrupción?

Obviamente, es necesario poner a cero el bit de «inhibición de interrupción» en alguna parte del programa. Esto se hace después de haber memorizado en la PVI todos los datos iniciales y de haber definido todas las direcciones de las memorias bloc-notes, en el programa. A continuación se insertan a partir de Ø91D (incluida) las siguientes instrucciones:

Ø9D1 7420 CPSU,II espera de las
Ø9D3 1B7C BCTR,UN interrupciones

El microprocesador recorrerá indefinidamente este bucle, hasta que se produzca una interrupción. Cuando esto ocurra, se ejecutará un programa de interrupción, que automáticamente pondrá a 1 el bit de «inhibición de interrupción». Cuando la rutina de interrupción haya finalizado, una instrucción de retorno obligará al microprocesador a retroceder al «bucle de espera». Es preciso notar, que en este bucle se pone a cero el bit de «inhibición de interrupción», con lo cual podremos utilizar ambos tipos de instrucciones: las normales de retorno (17 en lenguaje de máquina), o de retorno con validación de interrupción.

Para aclarar un poco más este tema, en la tabla 16 se muestra un programa que utiliza interrupciones. Los 16 datos mencionados a partir de la dirección Ø961 se corresponden con cada una de las dieciséis teclas numéricas. Si se desea otra serie de datos pueden sustituirse estos por los de la tabla 13. Téngase en cuenta que cada dato debe contener al menos ocho letras; de lo contrario, habría que rellenar los «espacios vacíos» con el código 17.

## Palancas de mando (sticks)

El principio básico de estos controles es bastante simple. Dos direcciones en el interior de la PVI, 1FCC y 1FCD, se corresponden con las posiciones de las palancas de control. Cuando la bandera (FLAG) está a 1, el microprocesador lee los datos de la posición vertical de cada palanca, almacenados en estas direcciones, y las copia en las direcciones adecuadas. Si la bandera está a cero, el microprocesador leerá los datos de las posiciones horizontales. Los datos almacenados en estas dos direcciones no

**Tabla 17**

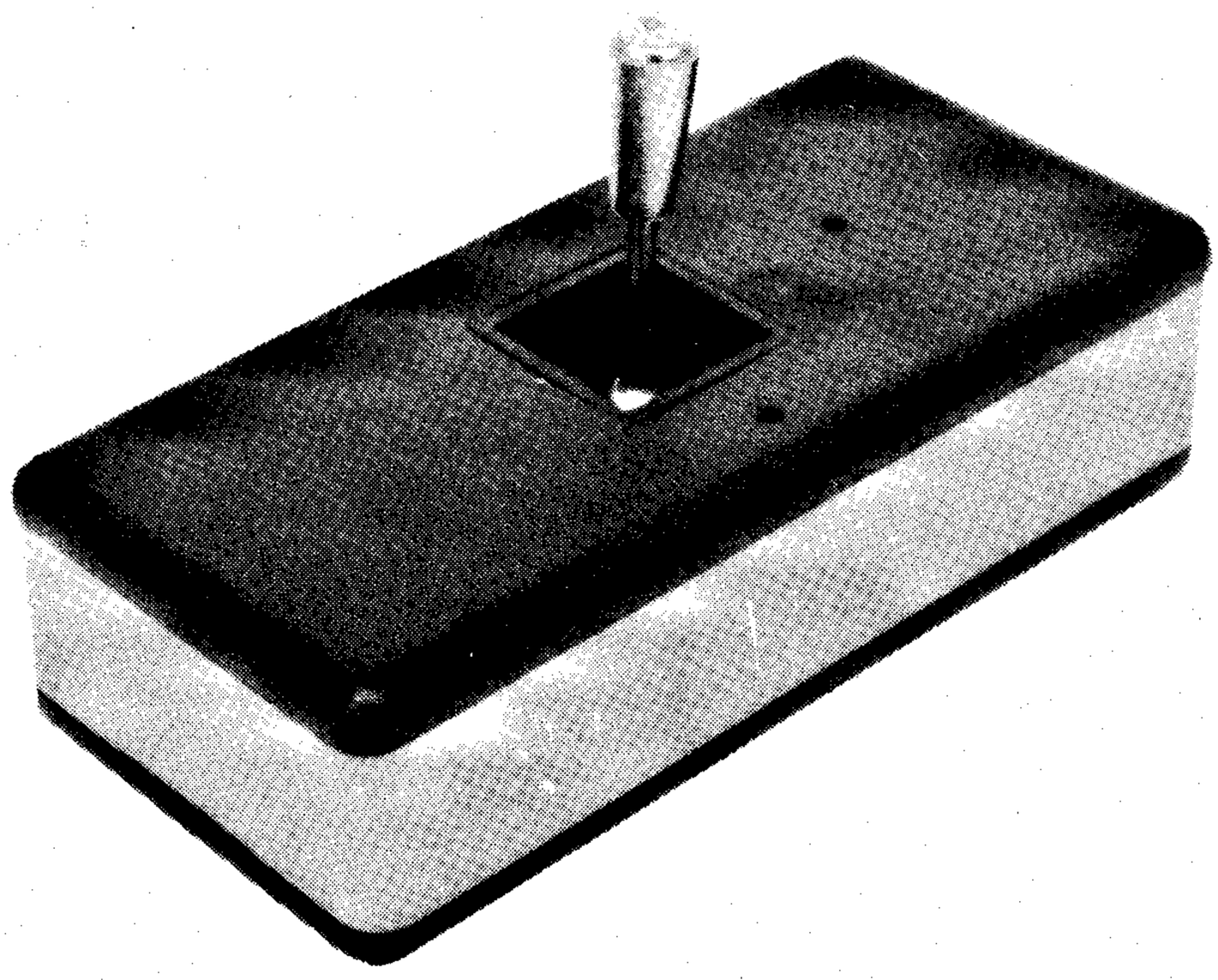
| | | | |
|---|---|---|---|
| Ø9ØØ | 1FØ99Ø | BCTA, UN | |
| Ø9Ø3 | B48Ø | TPSU, sense | sólo interrupciones verticales y |
| Ø9Ø5 | 16 | RETC | |
| Ø9Ø6 | B44Ø | TPSU, flag | puesta a 1 de la bandera una trama cada dos |
| Ø9Ø8 | 18Ø4 | BCTR | |
| Ø9ØA | 764Ø | PPSU, flag | |
| Ø9ØC | 1BØ2 | BCTR, UN | |
| Ø9ØE | 744Ø | CPSU, flag | |
| Ø91Ø | ØD1FCC | LODA, R1 | salvaguardar los datos de las palancas de control |
| Ø913 | ØE1FCD | LODA, R2 | |
| Ø916 | C9ØB | STRR, R1 | |
| Ø918 | CEØ95C | STRA, R1 | |
| Ø91B | 3FØØ55 | BSTA, UN | visualizar 6 líneas |
| Ø91E | Ø7Ø2 | LODI, R3 | |
| Ø92Ø | Ø6Ø2 | LODI, R2 | |
| Ø922 | Ø5ØØ | LODI, R1 | datos de las palancas de control (1FCC) |
| Ø924 | B44Ø | TPSU, flag | |
| Ø926 | 18Ø2 | BCTR | |
| Ø928 | Ø6Ø4 | LODI, R2 | |
| Ø92A | Ø418 | LODI, RØ | inicialización para el subprograma |
| Ø92C | CCØ96D | STRA, RØ | |
| Ø92F | Ø4EØ | LODI, RØ | |
| Ø931 | CCØ984 | STRA, RØ | |
| Ø934 | Ø4CD | LODI, RØ | |
| Ø936 | CCØ985 | STRA, RØ | |
| Ø939 | ØE4963 | LODA, I-R2 | |
| Ø93C | CCØ987 | STRA, RØ | |
| Ø93F | CCØ98A | STRA, RØ | |
| Ø942 | 3FØ35E | BSTA, UN | registro de fraccionamiento |
| Ø945 | 3FØ967 | BSTA, UN | |
| Ø948 | Ø498 | LODI, RØ | inicialización para el subprograma |
| Ø94A | CCØ96D | STRA, RØ | |
| Ø94D | Ø4ØE | LODI, RØ | |
| Ø94F | CCØ984 | STRA, RØ | |
| Ø952 | Ø46D | LODI, RØ | |
| Ø954 | CCØ985 | STRA, RØ | |
| Ø957 | Ø1 | LODZ, R1 | |
| Ø958 | 3FØ967 | BSTA, UN | datos de las palancas de mando (1FCD) |
| Ø95B | Ø5ØØ | LODI, R1 | |
| Ø95D | FB4B | BDRR, R3 | |
| Ø95F | 7420 | CPSU, II | esperar las interrupciones |
| Ø961 | 1B7C | BCTR, UN | |
| Ø963 | 89 71 41 29 | | dato de dirección |

(continúa en la página siguiente)

Nota: en las direcciones Ø96D, Ø983 y Ø985 se puede introducir uno u otro dato. El programa modificará estos datos según sus necesidades.
Dirección de comienzo: Ø9ØØ

```
0967   7710        PPSL, RS          }
0969   0700        LODI, R3          }
096B   F401        TMI, R0           }  posición R3
096D   1802/9802   BCTR/BCFR         }
096F   0701        LODI, R3          }
0971   440E        ANDI, R0          }
0973   C2          STRZ, R2          }
0974   D2          RRL, R2           }  3 x R0
0975   82          ADDZ, R2          }
0976   0506        LODI, R1          }
0978   81          ADDZ, R1          }  posicionar R1 y R2
0979   C2          STRZ, R2          }
097A   0E4278      LODA, I-R2
097D   5B04        BRNR, R3
097F   D0          RRL, R0
0980   D0          RRL, R0
0981   D0          RRL, R0
0982   D0          RRL, R0
0983   44E0/440E   ANDI, R0
0985   CD6829/     STRA/IORA, I/R1
       6D6829
0988   CD6829      STRA, I/R1
098B   F96D        BDRR, R1
098D   7510        CPSL, R5
098F   17          RETC, UN
0990   7620        PPSU, II
0992   3F0161      BSTA, UN          }  borrado/inicialización
0995   04CC        LODI, R0          }  de la PVI
0997   C80F        STRR, R0          }  posicionar la dirección
0999   0702        LODI, R3
099B   0610        LODI, R2          }
099D   0508        LODI, R1          }
099F   7710        PPSL, RS          }
09A1   3F02CF      BSTA, UN          }  desplazamiento
09A4   7510        CPSL, RS          }  de líneas
09A6   0E49CC      LODA, I-R2        }
09A9   CD4890      STRA, I-R1        }  datos de las líneas M
09AC   5978        BRNR, R1          }
09AE   04C4        LODI, R0          }
09B0   C876        STRR, R0          }  posicionar la dirección
09B2   7710        PPSL, RS          }
09B4   3F020E      BSTA, UN          }  cargar las
09B7   7510        CPSL, RS          }  líneas M
09B9   0504        LODI, R1
09BB   5A62        BRNR, R2
09BD   FB5C        BDRR, R3
09BF   7702        PPSL, COM
09C1   1F095F      BCTA, UN

09C4   01 0F 0C 0D                   }
09C8   01 0F 0C 0C                   }  datos de los
09CC   0F 11 0A 10 17 00 0F 0F       }  mensajes de base
09D4   0F 11 0A 10 17 00 AA 17       }
```



son accesibles, más que al final de cada trama (imagen), en otras palabras cuando el bit de «detección» está a 1.
La gama real de valores, varía de unos controles a otros, lo cual es bastante desafortunado, ya que significa que un mismo programa funcionará de diferente forma en cada ordenador (sólo en lo que se refiere a las posiciones de las palancas de control).
Un valor bajo en las direcciones 1FCC y 1FCD, corresponde a las posiciones «alto» o «derecha» del mando, dependiendo del estado de la bandera en la trama precedente (tiempo en el que se efectúa la conversión analógico/digital).
De hecho en el programa «la guerra del espacio» del disco N.° 6, hay una rutina de escrutación de las palancas de control, pero... ¡está cancelado! El texto que acompaña al disco explica cómo reactivarlo. Evidentemente, esto no es una solución satisfactoria; como solución alternativa en la tabla 17 mostramos un programa para calibrar y probar las palancas de control. En este programa se leen los datos contenidos en el interior de la PVI durante el tiempo en que la bandera está a 1 o a 0, los datos concernientes al movimiento son los siguientes:

| | |
|---|---|
| Bandera a 1 | (= horizontal) |
| 1FCC 75 | (izquierda) |
| 1FCD AD | (izquierda) |
| Bandera a 0 | (= vertical) |
| 1FCC 11 | (izquierda) |
| 1FCD 83 | (derecha) |

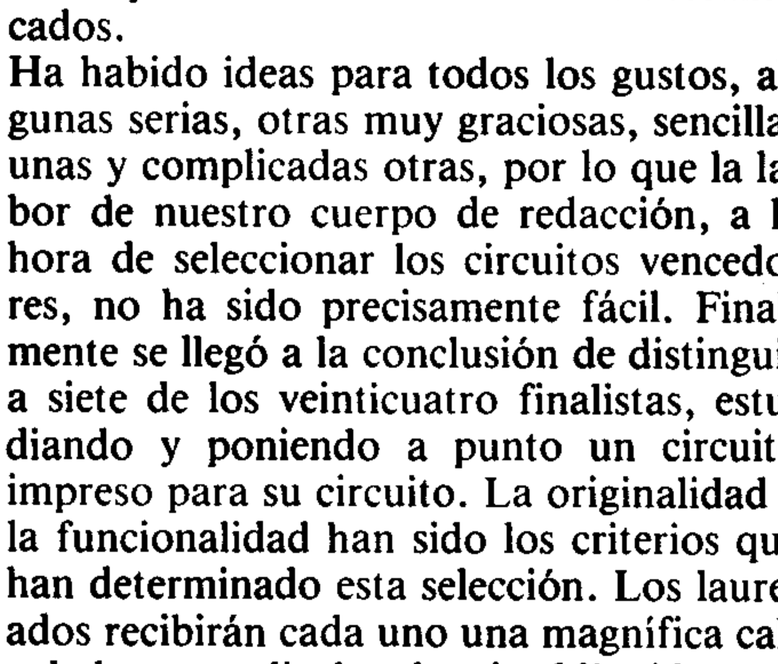
Los datos que figuran en las direcciones indicadas son meramente informativos (75, AD, 11, 83), es decir, pueden ser cualquier otro valor. Si se conecta las palancas de control como se indicó en el primer artículo, la dirección 1FCC corresponderá a la palanca de control izquierda, y «FLAG ON», al desplazamiento vertical; valores bajos en las direcciones indicadas, darán las posiciones «arriba» y «derecha», respectivamente.

## Conclusión

**Hasta aquí, prácticamente hemos examinado todos los conocimientos que poseíamos sobre el ordenador de juegos TV, en próximos artículos abordaremos varios temas de interés que tenemos preparados y procuraremos dar contestación a las dudas que puedan surgir. Hasta entonces, esperamos que los lectores desarrollen sus propios programas, y si lo juzgan conveniente, pueden ponerse en contacto con nuestra redacción, enviándonos sus ideas; nosotros seleccionaremos y (si es posible), publicaremos aquellas que sean de interés general.**

# Circuitos enlatados

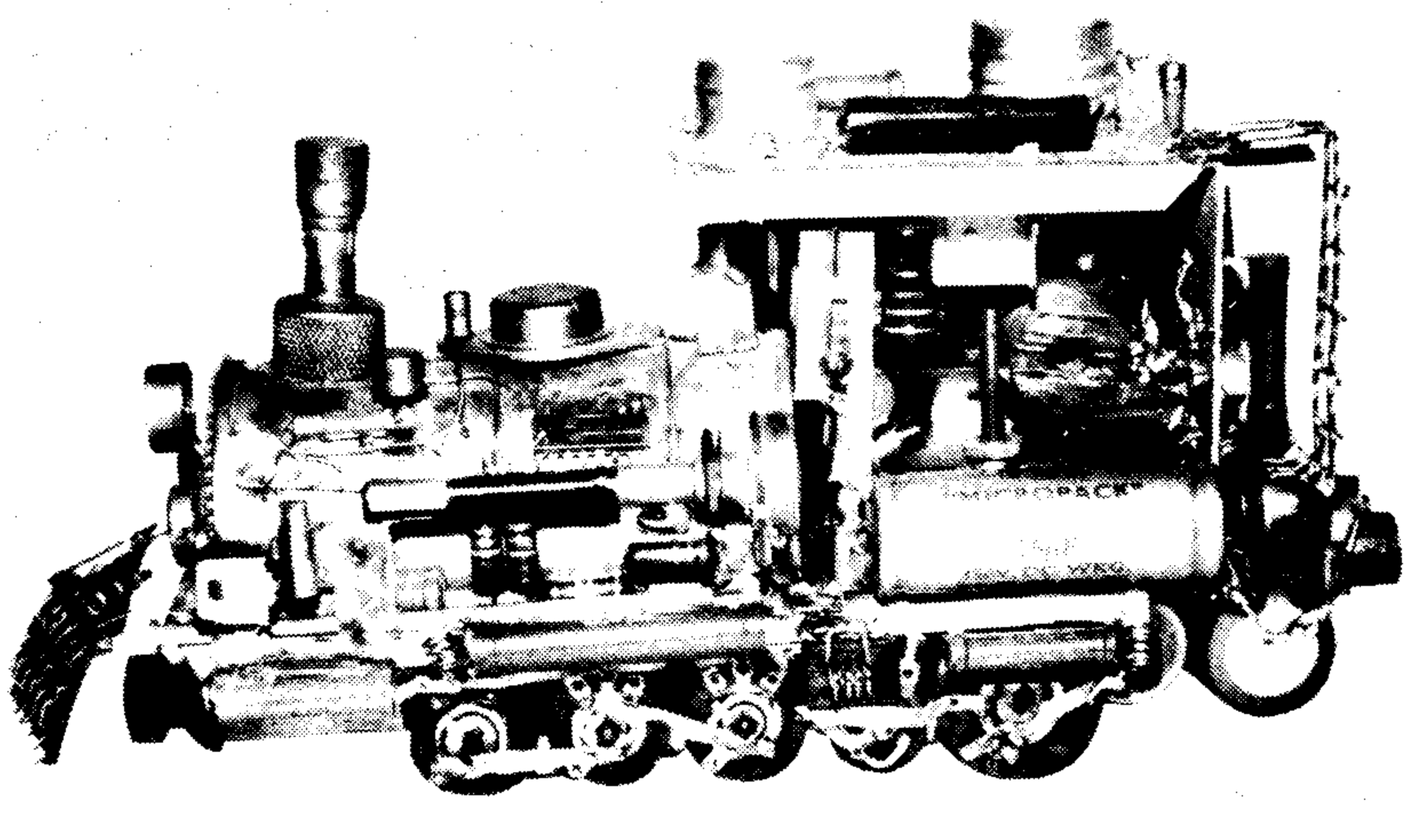
El año pasado invitamos a nuestros lectores a participar en un concurso que consistía en enlatar algún circuito electrónico. El reglamento no incluía ninguna cláusula restrictiva, excepto que los bidones mayores de 10 litros quedaban automáticamente descalificados.
Ha habido ideas para todos los gustos, algunas serias, otras muy graciosas, sencillas unas y complicadas otras, por lo que la labor de nuestro cuerpo de redacción, a la hora de seleccionar los circuitos vencedores, no ha sido precisamente fácil. Finalmente se llegó a la conclusión de distinguir a siete de los veinticuatro finalistas, estudiando y poniendo a punto un circuito impreso para su circuito. La originalidad y la funcionalidad han sido los criterios que han determinado esta selección. Los laureados recibirán cada uno una magnífica calculadora con display de cristal líquido, que además permite componer y memorizar sus propias melodías.



Los diecisiete premiados restantes recibirán un receptor de radio AM/FM como el que se muestra en la foto adjunta. Sus envíos, sin ser menos originales, presentaban alguna dificultad a la hora de su realización práctica o resultaban menos funcionales.
Se ha decidido otorgar un premio especial al autor de la locomotora que, si bien no funciona, nadie podrá negar que es muy original y además electrónica.
Respecto a los otros circuitos enlatados, el hecho de que no hayan obtenido ningún premio no significa obviamente que no fueran buenos, por el contrario, ha habido algunos extraordinarios: un lector, por ejemplo, ha llevado las cosas al extremo de enlatar un osciloscopio completo. Todavía nos estamos preguntando si habrá intentado realizarlo o se contentó con proyectarlo sobre el papel.
Esperamos que la lectura de este número le resulte agradable y que estimule su imaginación cara a su próximas realizaciones.

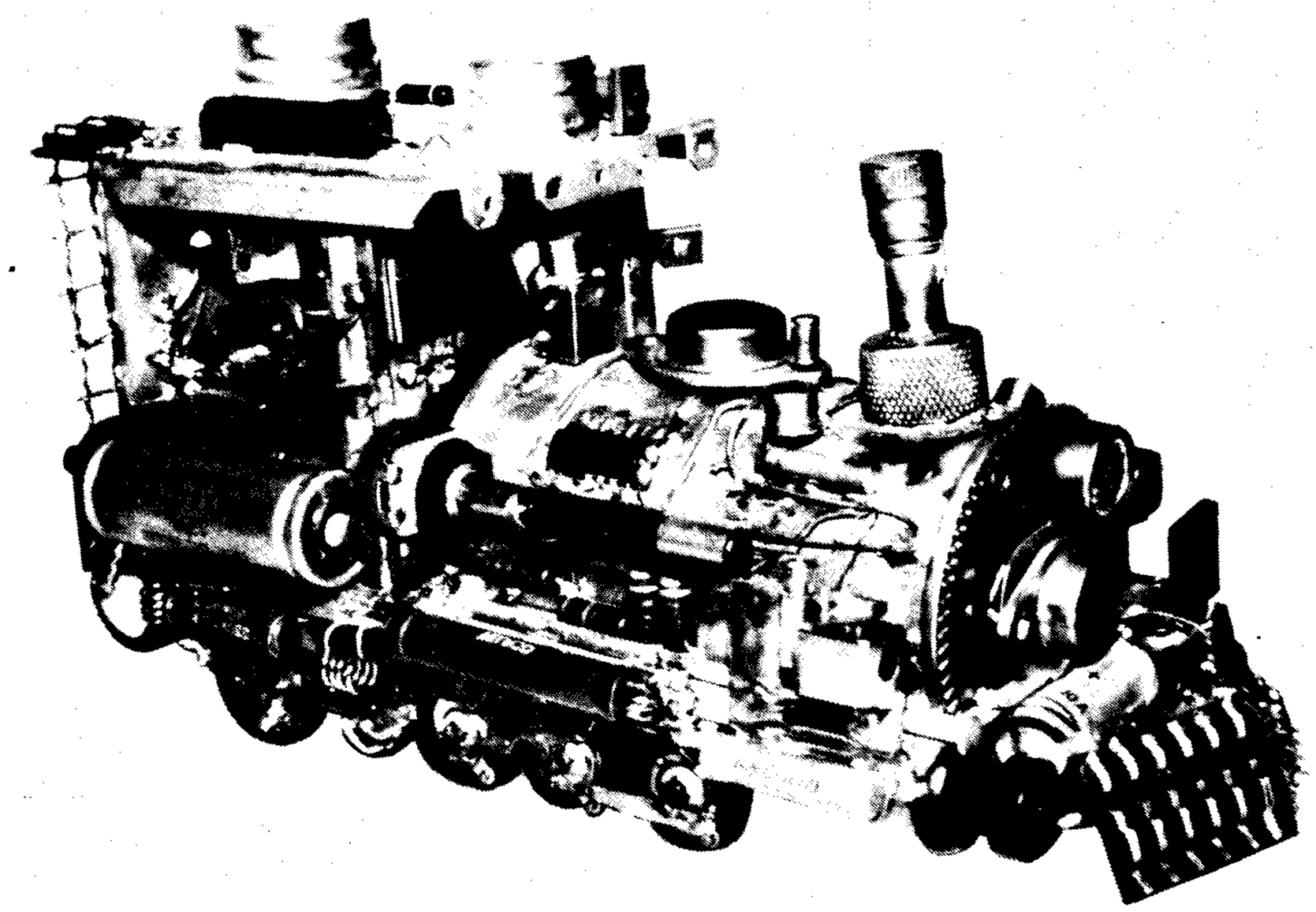
# Locomotora

Se trata, evidentemente, de una nueva perspectiva para los cacharros electrónicos que en el fondo del cajón de nuestra mesa de trabajo esperan una última oportunidad. La idea sin ser revolucionaria es muy atractiva ya que une lo útil con lo agradable, y por otra parte, tampoco habíamos pedido a los concursantes que sus montajes funcionaran.



**Esta locomotora es totalmente inmóvil, no emite el menor ruido, no echa humo por la chimenea ni tiene luces intermitentes ¡pero es tan bonita!, además está hecha con una lata, algunos componentes electrónicos y mucha imaginación. Con esto era suficiente para poder concursar.**

El señor Thiele es el único que ha llevado las cosas tan lejos que su montaje no tiene un solo componente en el interior de la lata. Asimismo, muy probablemente ha sido el único que ha utilizado un soldador de, por lo menos, 50W.
Para finalizar esperamos que los «artistas» encontrarán en este montaje tan particular el estímulo necesario para lanzarse a otras realizaciones de este género que incluso es posible que funcionen.

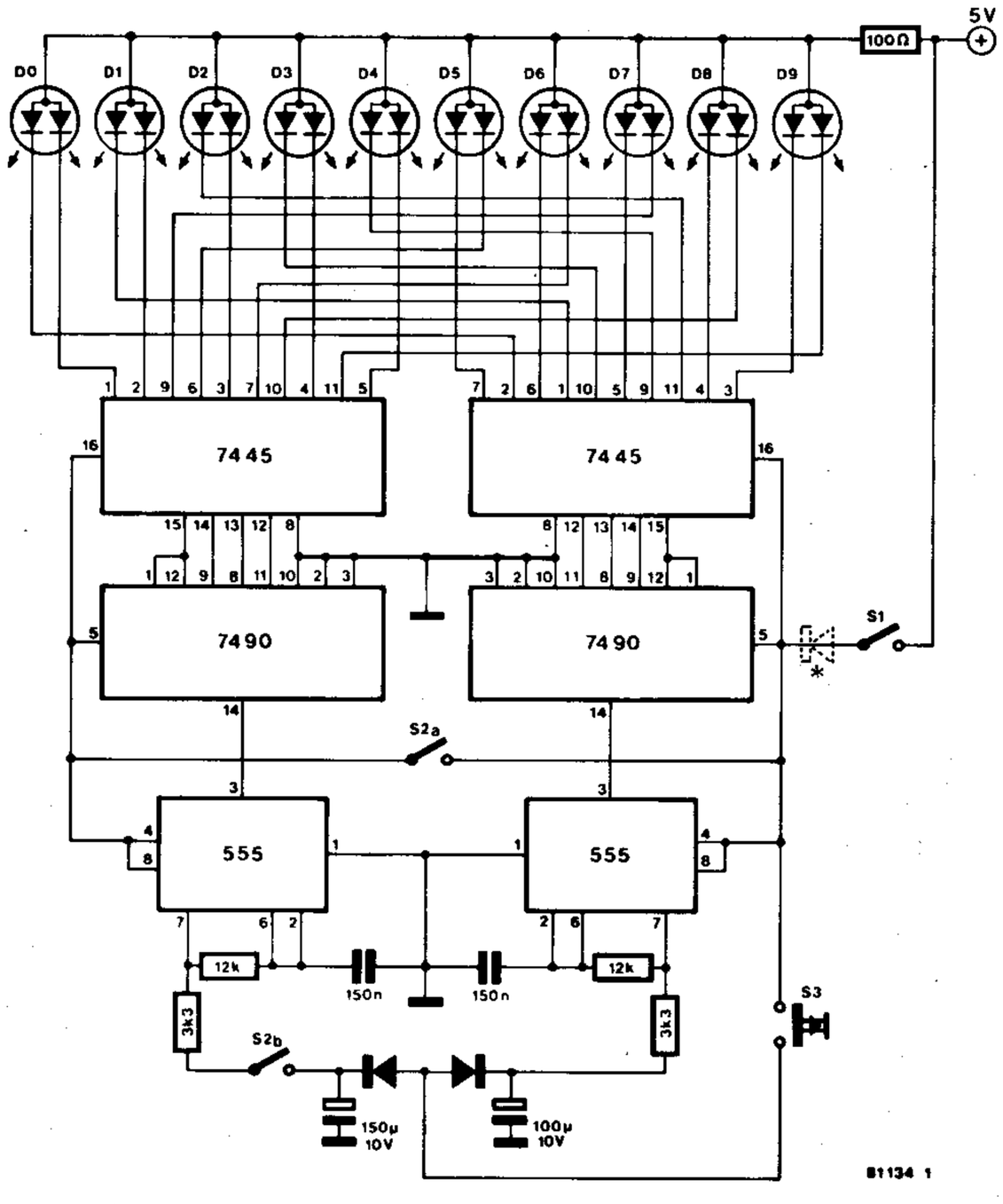


**¿Le gustan el juego y las emociones fuertes?; ¿sí?, pues ha encontrado lo que buscaba. ELEKTOR pone a disposición del lector una versión del conocido juego «la ruleta». No es necesario vestirse de etiqueta, ni llevar grandes cantidades de dinero; juegue en su casa sin gastarse un duro y viva doblemente la emoción de jugar a la ruleta de los grandes casinos, sin temor a perder hasta la camiseta (y si pierde, apague el circuito y ¡todo solucionado!).**

**J. A. Sánchez Caso**

# mini-casino

Las reglas de este juego son ligeramente diferentes a las de la versión real, ya que se trata de una ruleta «doble».
En primer lugar son dos (pueden ser más) los participantes del juego, puesto que en el plato de la ruleta hay dos «bolas» girando. Cada jugador puede elegir un número (de 0 a 9) y un color de bola (rojo, verde o naranja).
Una vez hecho esto, se pone la ruleta en funcionamiento mediante el interruptor S3. Las dos bolas (representadas por LEDs) comienzan a girar rápidamente en sentido contrario. Cuando nuevamente se abre el interruptor S3, la velocidad de giro, empieza a decrecer hasta que finalmente se detienen.
En este momento pueden producirse 5 situaciones distintas:
— Gana el jugador A. En este caso la banca pagará la apuesta al jugador A, y el jugador B perderá lo apostado.
— Gana el jugador B. El caso anterior pero invertido, es decir B gana y A paga.
— Los dos jugadores aciertan el número pedido. Se repite la apuesta, pero en este caso se dobla la cantidad.
— Las dos bolas coinciden en el mismo número (LED de color naranja). La banca se lo lleva todo (coincida o no con los números pedidos).
Las apuestas se pueden hacer de dos formas: se elige un número y un color, o simplemente un número. En el primer caso la banca pagará doble (si se acierta), y en el segundo, sólo pagará la mitad de lo apostado.
La banca comienza el juego con 250 puntos, y los jugadores con 100. El objeto del juego (obviamente) es ganar a la banca.
Si uno de los jugadores pide (y acierta) el color naranja (las dos bolas coinciden en el mismo número), la banca deberá pagar 100 puntos; y si además de pedir el color naranja, apuesta por un número determinado (verdaderamente difícil) y acierta, ganará el juego, es decir, se lo lleva todo. Si no acierta, pagará a la banca 50 puntos.




* Este diodo es un DUS y se empleará en caso de utilizar una alimentación de 6 V.

**Figura 1. Circuito electrónico de mini-casino. Como puede verse es de gran simpleza y, sobre todo, barato.**

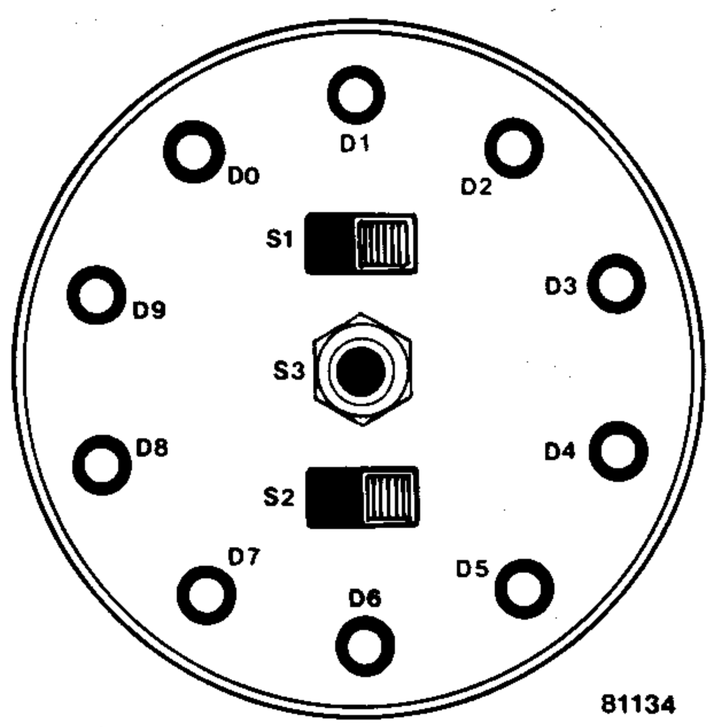



**Figura 2. Disposición de la tapa superior.**

## El circuito

El circuito consiste en un contador decimal de dos canales, controlados (separadamente) por un multivibrador que se encarga de generar la señal de reloj.
Para simular que las dos bolas giran en sentidos contrarios, las salidas de los contadores, se conectan en orden inverso, es decir, al primer LED (doble) llegarán las salidas «1» del 1.er canal y la salida «0» del 2.° canal. Al segundo LED, la salida «2» del primer canal y la salida «9» del segundo, y así sucesivamente hasta diez LEDs.
Cuando se pulsa S3, la tensión de alimentación llega a los osciladores (dos 555) que ponen en funcionamiento la ruleta. Al mismo tiempo, un condensador electrolítico conectado en paralelo con la alimentación de cada oscilador, se carga a +5V. Cuando se libera el pulsador S3, los osciladores quedan conectados a los condensadores anteriormente citados, con lo cual éstos comenzarán a descargarse progresivamente, hasta que finalmente las bolas se detienen. Dado que ambos condensadores son de distinto valor, un canal se detendrá antes que el otro.
Si como indica la figura 2, se utilizan LEDs dobles, parecerá que dos luces (una verde y otra roja) giran a gran velocidad en sentidos opuestos. Cuando se abra el pulsador S3, la frecuencia de los osciladores (y por tanto la velocidad de las bolas) comenzará a decrecer hasta que al cabo de unos segundos ambas bolas se detienen (primero una y después la otra). Puede ocurrir que las dos bolas se paren sobre el mismo número; en este caso el LED correspondiente lucirá con color naranja.

## Construcción

Si no se dispone de LEDs dobles, se podrán poner normales, sin embargo, en este caso el efecto no será tan vistoso. La alimentación se obtendrá a partir de una pila de 4,5V. Otra solución es utilizar una pila de 9V y reducir su tensión mediante un regulador integrado de 5V (µA 7805). El circuito electrónico se muestra en la figura 1, y la disposición de la carátula en la 2.
El interruptor S2 sirve para eliminar uno de los canales, con lo cual la ruleta funcionará con una sola bola.

H. J. Urban

# indicador de rondas

**Los juegos de azar y habilidad son los pasatiempos popularmente preferidos en reuniones sociales, bares y tabernas, y siempre lo serán (suponiendo que no sigan subiendo el precio de las consumiciones). Muchas veces, la finalidad del juego es determinar la persona que pagará la próxima ronda. Sin embargo en muchos casos, el juego se prolonga de tal manera que finalmente uno acaba olvidando la razón por la que se estaba jugando (¡librarse de pagar!).**
**El indicador de rondas que se describe en este artículo es una interesante alternativa respecto a los métodos tradicionales ya que se basa en la tecnología electrónica.**

En la figura 1 se muestra un prototipo de lo que puede ser el indicador de rondas. Los nueve LEDs se distribuyen uniformemente a lo largo del perímetro circular de la lata, uno para cada jugador. Este juego funciona de forma parecida a la ruleta rusa. La diferencia fundamental es que, en lugar de arriesgar la cabeza, en este juego el único peligro que corre el jugador es el de quedarse con los bolsillos vacíos.
Una vez se pulsa el botón de puesta en marcha, se encienden todos los LEDs pero a un nivel de luminosidad reducido. Cuando se deja de oprimir el botón de puesta en marcha, todos los LEDs excepto uno, se apagan. El LED que queda encendido indica la primera «víctima». Este suceso, depende enteramente de la suerte, puesto que el circuito funciona a base de un generador aleatorio que trabaja de la siguiente forma: al cerrar el circuito del interruptor S2, el oscilador formado por las puertas N1...N3 comienza a generar una serie de impulsos que atacan a la entrada de reloj del contador CMOS 4017 (IC2). Cuando se cierra el pulsador S1, la señal de reloj llega directamente al multivibrador monoestable formado por IC1 (rearmable). En esta situación (S1 pulsado) la salida $\overline{Q}$ del monoestable y la entrada del contador CE (validación del reloj) permanecen a nivel bajo, con lo cual el 4017 empieza la cuenta. Cuando se libera el pulsador S1, la salida $\overline{Q}$ del monoestable (y la entrada CE del contador) quedan por algunos momentos (2 ó 3 segundos) a nivel bajo, pasando a conti-

1

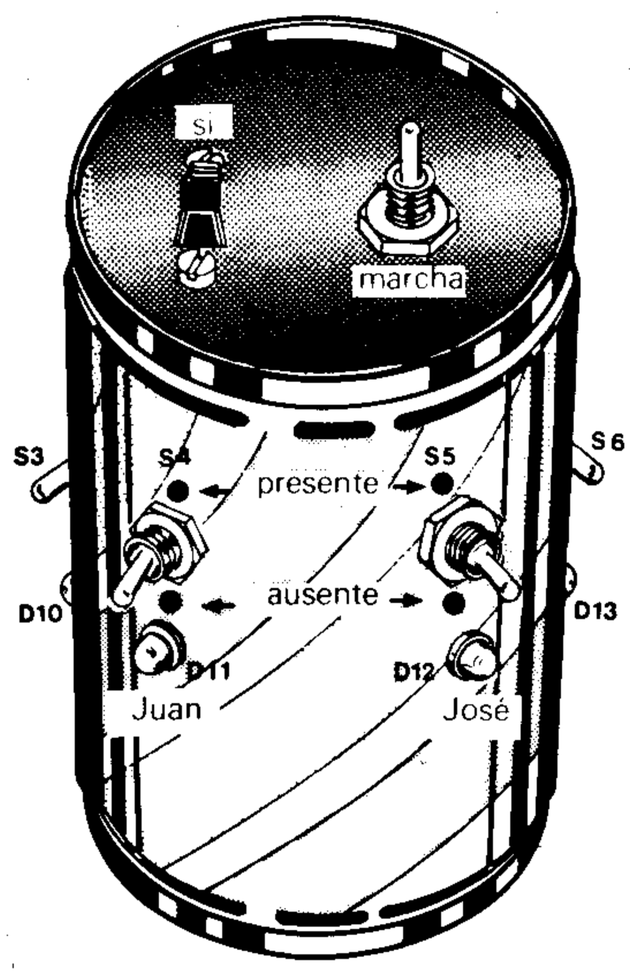



**Figura 1. Este es el proyecto sugerido por ELEKTOR para el montaje del indicador de rondas.**

2

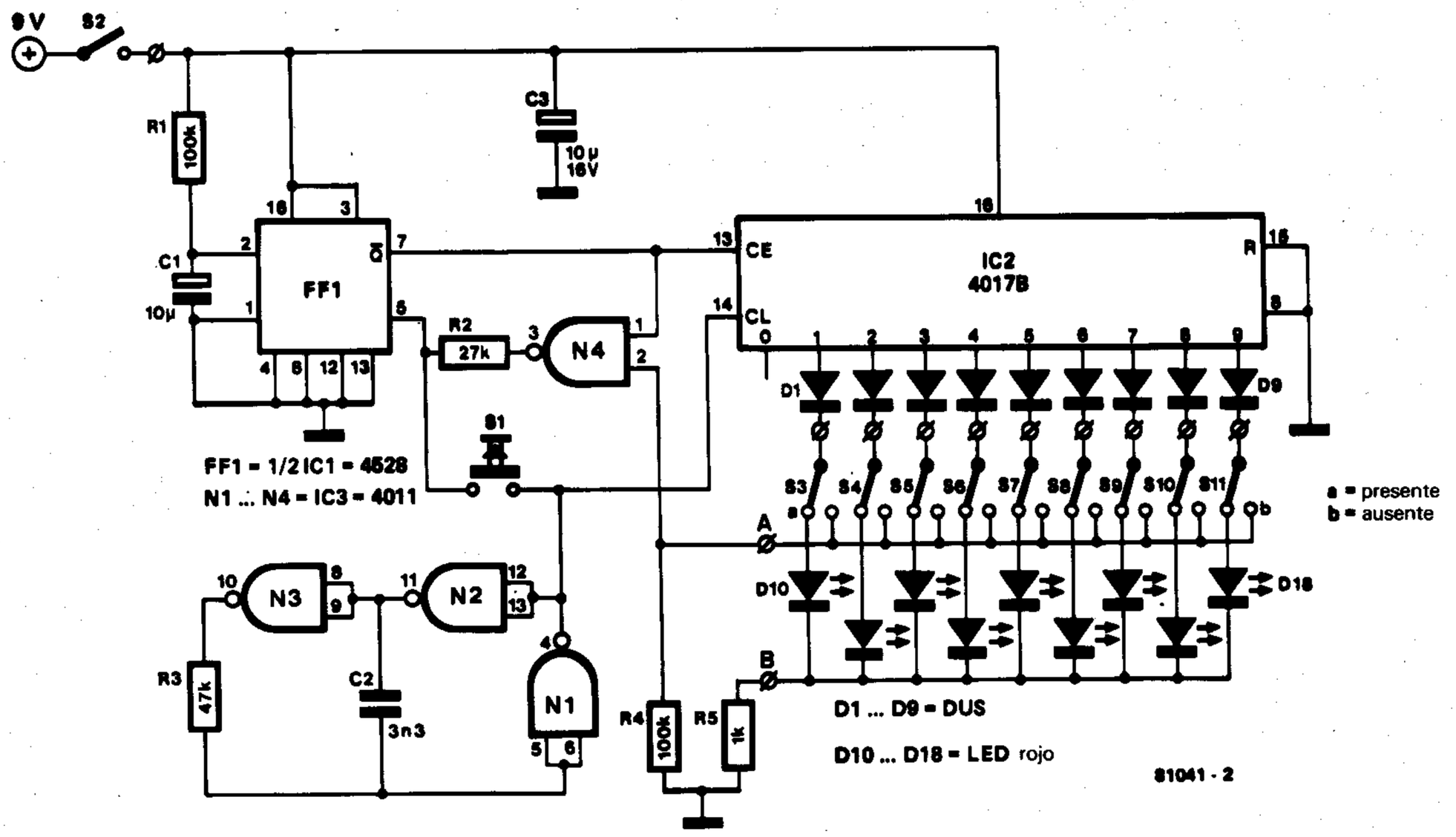
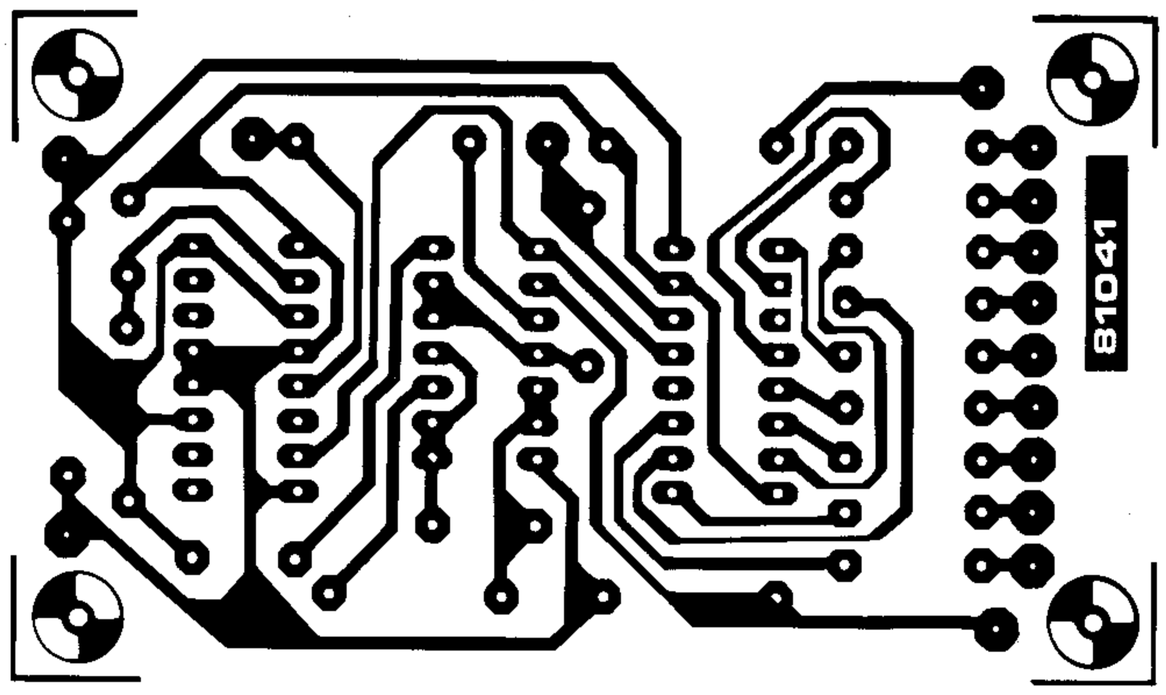



**Figura 2. Circuito completo del indicador de rondas. Si alguno de los jugadores no está presente, debe ponerse su interruptor (S3...S11) en la posición B.**

3



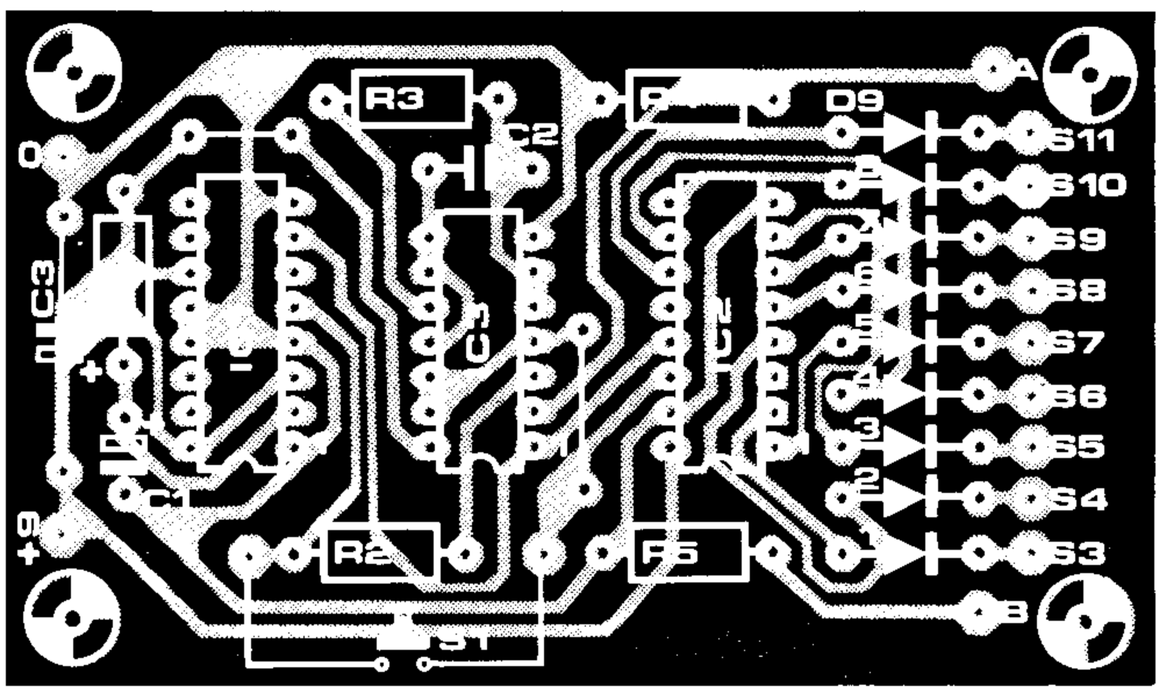




**Figura 3. Placa de circuito impreso y distribución de componentes.**

# kaleidos-copio

**Es realmente asombroso lo que algunos de nuestros lectores pueden llegar a realizar con, tan sólo, algunos componentes. El Kaleidoscopio que se presenta en este artículo, es una excelente muestra de su habilidad e ingenio.**

**J. M. Hainque**

**Lista de componentes**

Resistencias:
R1,R4 = 100 k
R2 = 27 k
R3 = 47 k
R5 = 1 k

Condensadores:
C1,C3 = 10 µ/16 V
C2 = 3n3

Semiconductores:
D1 . . . D9 = DUS
D10 . . . D18 = LED
IC1 = 4528 ó 4098
IC2 = 4017
IC3 = 4011

Varios:
S1 = pulsador
S2 = SPST interruptor
S3 . . . S11 = interruptor de 1 circuito y 2 posiciones

En primer lugar diremos, que para el montaje del Kaleidoscopio es necesaria una cierta habilidad mecánica, debido a que el conjunto va montado sobre dos latas. Como puede verse en la figura 1, los únicos componentes requeridos son: un 4093, dos 4026, cinco resistencias, dos condensadores y algunos LEDs. Las puertas N1 y N3 forman dos sencillos osciladores. Cuando se pulsa el botón de puesta en marcha, los osciladores generan la señal de reloj que alimenta a los contadores/decodificadores IC1 e IC2. Las salidas de los decodificadores atacan directamente a los 15 LEDs de diferentes colores (rojo, verde y amarillo) formando un visualizador triangular. Los osciladores trabajan a una frecuencia muy baja (y diferente en cada uno de ellos) para hacer que el encendido de los LEDs parezca enteramente aleatorio, con lo cual, y debido a la reflexión en los espejos, ante nosotros aparecerá un bello decorado de imágenes en movimiento. Como sabrán la nuación a nivel alto y deteniendo el contador. El contador en este momento tendrá una de sus salidas a nivel alto y hará que se encienda el LED correspondiente. Este LED, obviamente, señala al «agraciado» jugador que deberá echar mano a la cartera para hacerse cargo de la siguiente ronda.
Puede suceder que el contador se detenga en su salida «cero». En este caso la consumición se pagará entre todos los jugadores (¡a menos que elpropietario se sienta generoso!). Si el honor de pagar recayera sobre algún jugador ausente (siempre y cuando el correspondiente interruptor se encuentre en la posición B), el monoestable obligará a continuar la cuenta hasta encontrar un jugador en situación «disponible». En la figura 3 se muestra la placa de circuito impreso por las dos caras. Como puede verse, el costo total del montaje se muy reducido y, sin embargo, su utilidad es verdaderamente amplia y productiva, sobre todo para el constructor, suponiendo que (por ser el artífice del «invento») quede exento de todo pago. ■

**Nota:** ELEKTOR no aceptará responsabilidades de ningún tipo, por el «estado final» de los participantes que hagan uso reiterativo del indicador del rondas.

1

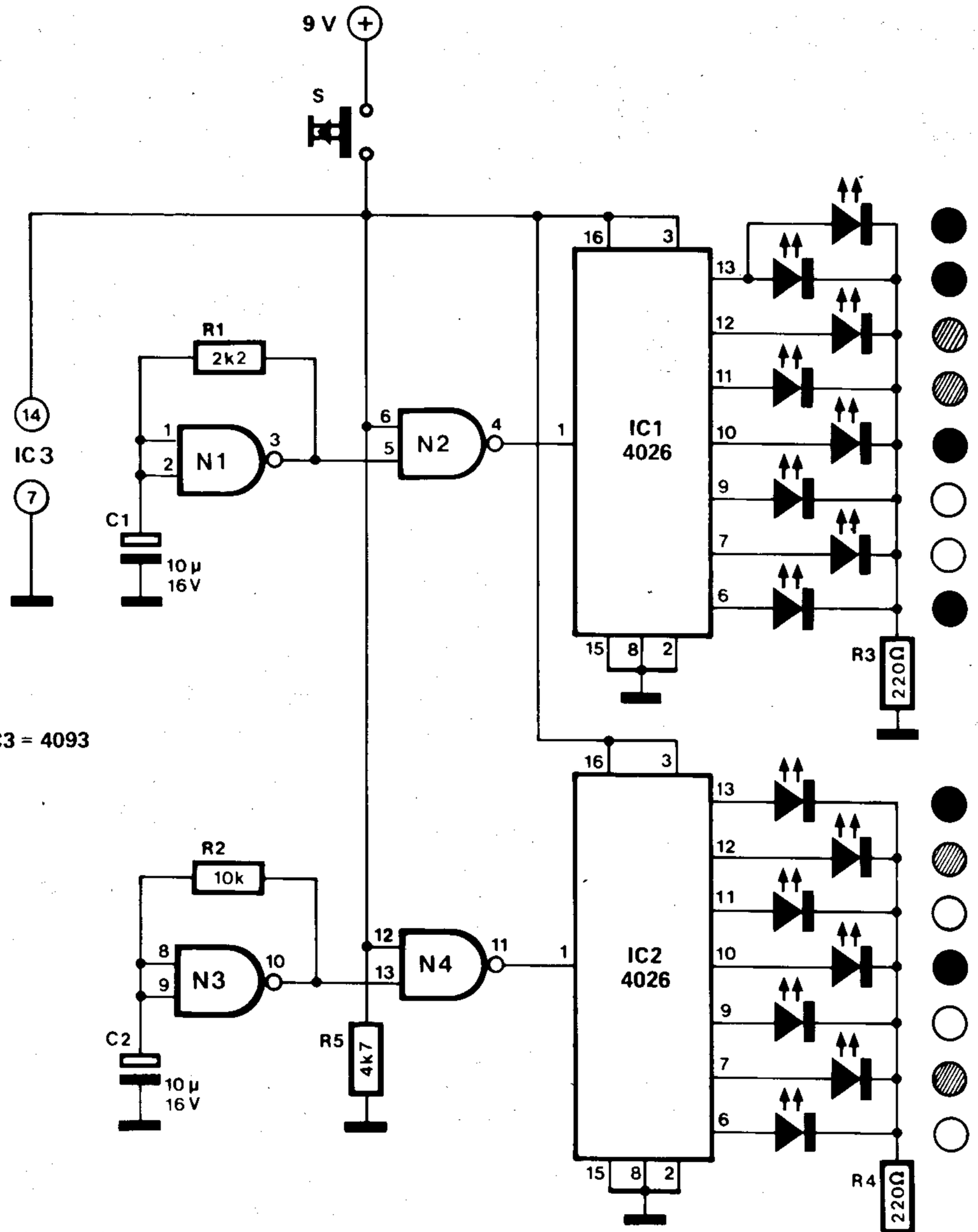
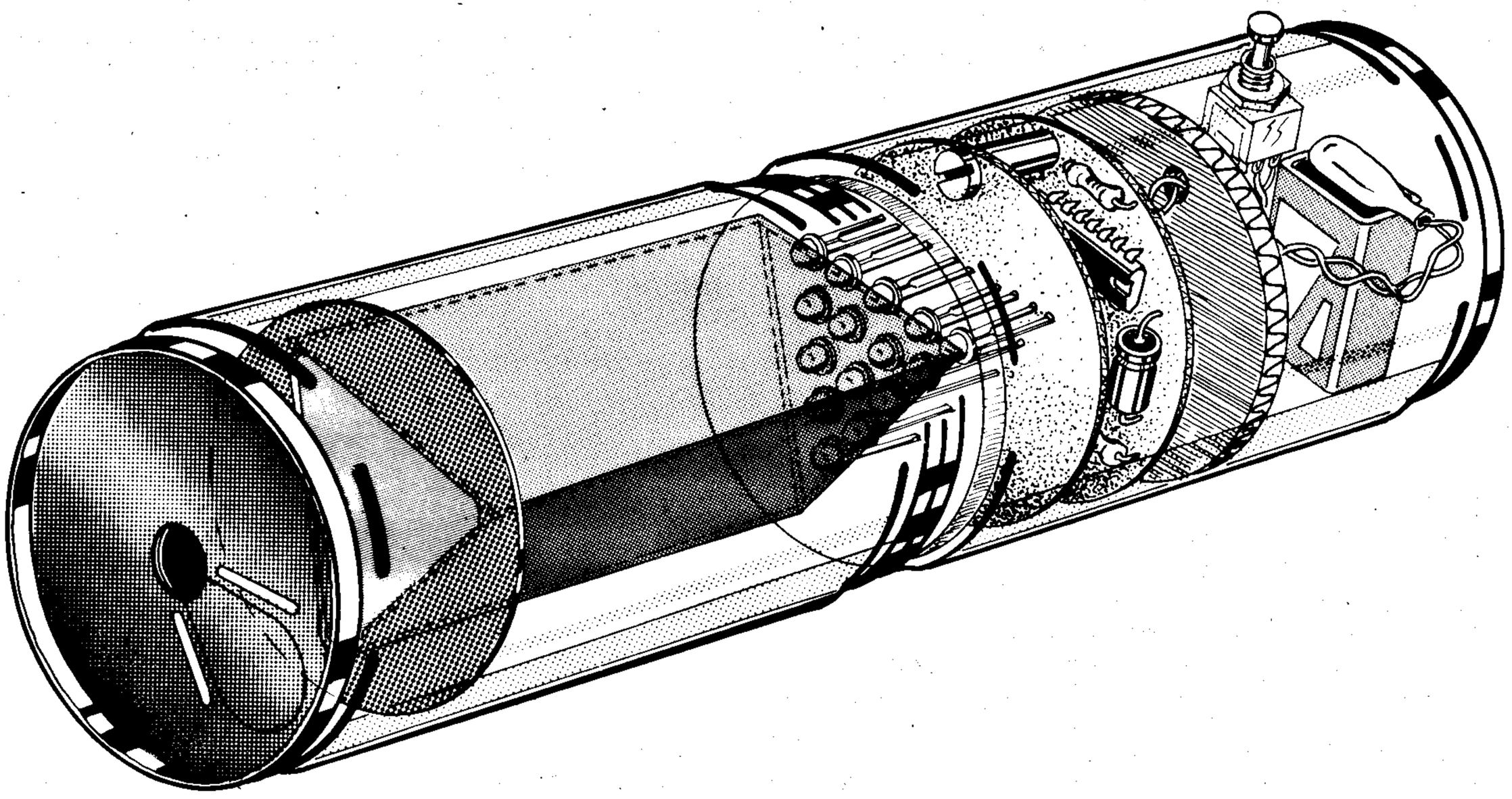



**Figura 1. Los efectos visuales del kaleidoscopio, se consiguen con este simple circuito (además de los espejos).**

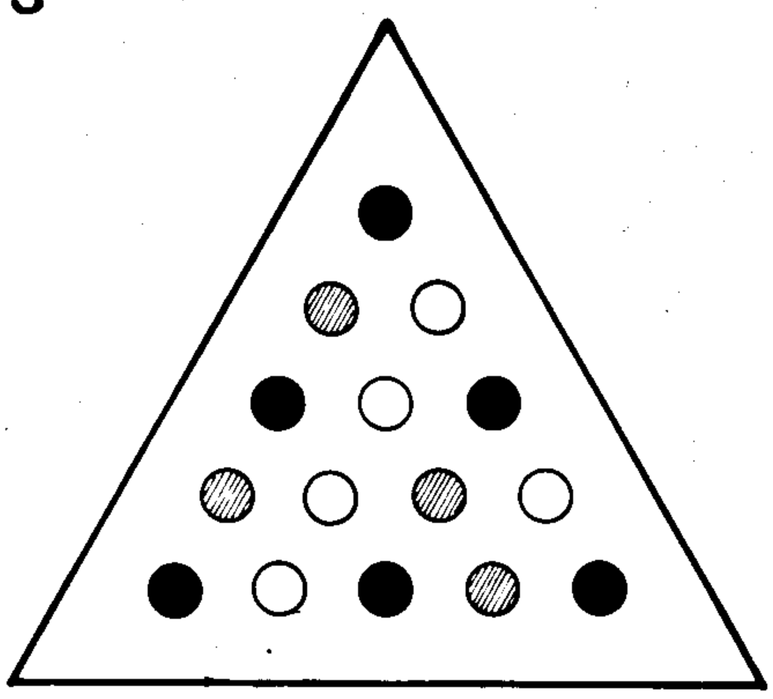
2



81076 2

**Figura 2. Para montar el conjunto completo se requieren dos latas unidas por sus bases; una para los espejos y otra para la sección electrónica. Esta es una de las múltiples formas que puede tomar el proyecto.**

3



● = rojo

◍ = verde

○ = amarillo

**Figura 3. Esta es una de las posibilidades de colocación de los LEDs, que en la práctica ha demostrado ser muy efectiva. Si se desea, puede hacerse que los LEDs sean enchufables, de forma que se puedan ensayar diferentes posiciones.**

mayoría de los lectores, un caleidoscopio, está formado por tres espejos que forman un prisma triangular, en cuyo interior se introducen pequeñas partículas de diferentes colores, que al reflejarse en los espejos forman figuras geométricas de gran belleza. En nuestro prototipo las partículas de colores son sustituidas por los LEDs. En caso de no poder conseguir los espejos, estos se podrán sustituir por láminas de cobre pulido o acero inoxidable; evidentemente, los mejores resultados se obtienen con espejos (por ejemplo, espejos de mano).

La construcción (relativamente simple) se ilustra en la figura 2. Para albergar al conjunto completo se emplean dos latas unidas por uno de sus extremos. En la sección superior se montarán los espejos, y en la inferior la placa de los LEDs, la placa de circuito impreso, y la batería. La forma de unir las dos latas, queda a la imaginación de los lectores. Para montar los espejos, se empleará un disco de material transparente (metacrilato, por ejemplo) sobre el que se pegarán los tres espejos formando un prisma triangular. En el otro extremo (el de los LEDs) se hará la misma operación, pero aquí se tendrá la precaución de practicar una ventana triangular (de igual tamaño que el prisma) por donde se introducirán los LEDs.

La placa de los LEDs y del circuito electrónico se sujetarán entre sí, mediante separadores metálicos como los utilizados en el montaje de tarjetas de circuito impreso. En la sección inferior se debe prever un espacio suficiente como para instalar una (o dos) batería de 9V y el pulsador (S).

Una advertencia. Es imprescindible proteger (con esparadrapo) las aristas cortantes de los espejos, ya que con toda seguridad, serán niños (?), los que con más frecuencia utilicen este aparato. ◀

**H. Luhmer**

# panoramascope

## un osciloscopio con deflexión X mecánica

**Después de leer los siguientes párrafos, no es extraño que algunos lectores piensen, que ELEKTOR está retrocediendo en el tiempo. ¿Por qué hacer uso de la mecánica en la construcción de un osciloscopio, teniendo a mano toda una colección de circuitos integrados de alta precisión? La respuesta es sencilla. Cuando propusimos el concurso de los circuitos enlatados, uno de los requerimientos que se pedía es la originalidad; indudablemente, ¡nadie podrá negar que este circuito la cumple de sobra! Sin embargo, este aparato no es tan peculiar, como puede parecer a primera vista.**
**El inventor del panoramascope, haciendo uso de algunas propiedades geométricas de las latas y de la electrónica, ha creado un osciloscopio, basado en rudimentarias técnicas dignas de los primeros días de la televisión.**

Obviamente, sería inútil buscar en un aparato de este tipo, sensacionales prestaciones o exigir precisión en las medidas. Sin embargo, como se muestra en la figura 1, el «Panoramascope», indudablemente es un instrumento original y muy fácil de manejar.

Cuando el aparato se pone en funcionamiento, el «tambor» que soporta la columna de LEDs, comienza a girar frente al espectador. Si se conecta a la entrada Y una señal alterna (o continua), los LEDs de la columna se encenderán siguiendo la amplitud de la señal aplicada, con lo cual se forma una imagen similar a la producida en un osciloscopio. Con esto demostramos que un sistema de deflexión mecánica puede emplearse con éxito para visualizar una señal alterna (o continua) en nuestra «pantalla».

De hecho, este fenómeno, no es más que una ilusión óptica ya que al hacer girar una luz fija, a gran velocidad, nosotros únicamente apreciamos un trazo continuo, en lugar de ver el punto luminoso en las difrentes posiciones del giro. Esto se debe a que el ojo posee una especie de inercia óptica (o memoria) que fija las imágenes en el cerebro durante un corto período de tiempo (1/32 seg.). Si un fenómeno luminoso repetitivo, tiene lugar ante nuestros ojos con un período inferior al tiempo de apreciación del ojo humano, dicho fenómeno aparecerá ante nosotros como un suceso continuo; es decir, el ojo «integrará» todos aquellos cambios en la imagen que tengan una constante de tiempo inferior a la del ojo.

En la figura 1 se muestra la construcción mecánica del «Panoramascope». La realización del montaje, presenta algunos problemas verdaderamente complicados, pero en ningún caso insuperables. Un poco de habilidad y paciencia, demostrará nuestra afirmación. En la cara lateral de la lata, se practicará una ranura, tras la cual se montará la columna de LEDs. Se harán dos orificios en las bases de la lata que servirán como ejes de giro y de entrada para la alimentación y la señal de excitación (eje Y). El autor del prototipo ha empleado como cojinetes dos clavijas coaxiales para solucionar el problema del giro. De esta forma, por la clavija de la parte superior se hace llegar la alimentación al circuito, y por la inferior la señal Y. No hay duda de que este sistema posee algunos defectos (rozamien-

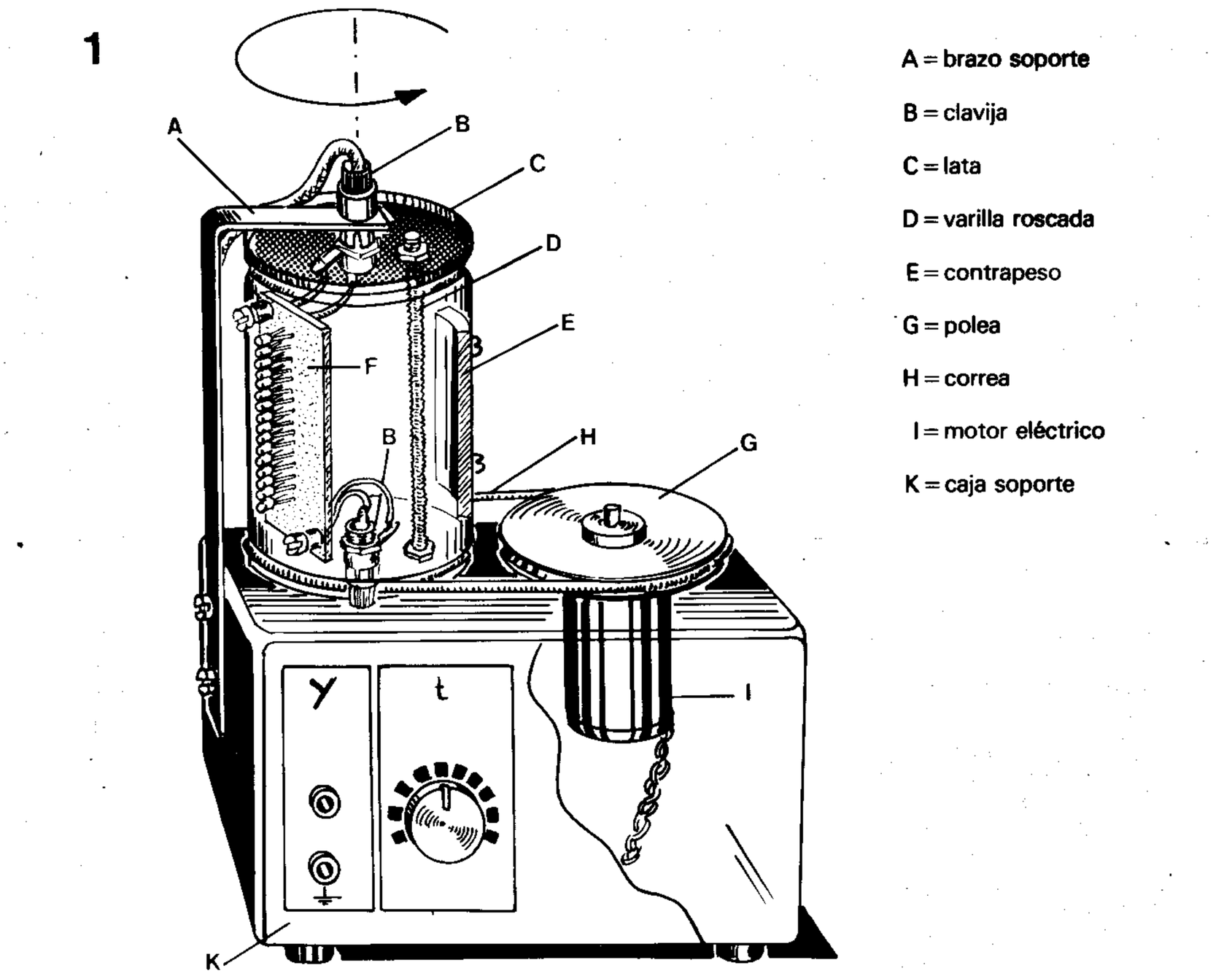



**Figura 1. Construcción mecánica del panoramascope. El potenciómetro de la base de tiempo, situado en el frontal de la caja, regula la velocidad del motor.**

tos y tensiones en las clavijas) sin embargo estamos seguros de que nuestros lectores encontrarán un método más elegante y seguro (por ejemplo, anillos giratorios y escobillas).

Con el fin de disminuir en lo posible las fuerzas centrífugas que se producen en la rotación, se han dispuesto dos varillas roscadas diametralmente opuestas al eje de giro, que además sujetan las tapas de la lata. Con el mismo propósito, se ha fijado un contrapeso en la pared opuesta a la placa de los LEDs. El peso y posiciones exactas del contrapeso, se determinarán experimentalmente.

El motor de arrastre junto con su circuito electrónico de control se instalarán en la caja que sirve de soporte al «Panoramascope». Un motor apropiado para este montaje es el de una «minitaladradora», ya que estos pueden funcionar a pilas. Como se dijo anteriormente es necesario disponer de un control de velocidad para el motor.

Un simple circuito de control que puede solucionar este problema es el publicado en el N.° 6 de ELEKTOR (pág. 9-33). Como alternativa, puede emplearse también, una fuente de alimentación variable.

La lata se colocará en posición vertical de forma que la clavija situada en la caja soporte y la del brazo de fijación (el cual deberá estar firmemente atornillado a la caja) encajen en las clavijas de la lata con el mínimo rozamiento. En el eje del motor, se colocará una polea y una banda de goma que unirá a esta con la lata (para ello se escogerá una lata que posea una pequeña hendidura en los extremos, funcionando a modo de una polea cilíndrica). Una vez el sistema de poleas esté perfectamente alineado, se inmovilizará (con pegamento o cualquier otro método) para evitar desajustes.

El potenciómetro de ajuste de velocidad, es el único control manual que requiere la unidad (actúa como base de tiempos) y se montará en el frontal de la caja (junto con el interruptor del motor).

La deflexión en el eje X, se controlará con la velocidad de giro del motor, que a su vez viene determinada por la tensión continua aplicada; o sea, ¡no es tan mecánico como en un principio se dijo!

## La parte electrónica del circuito

Como puede verse en la figura 2, son pocos los componentes electrónicos requeridos en este circuito. Este se compone de dos integrados, algunos componentes discretos, 16 LEDs y una pequeña placa de circuito impreso, en la que irán montados todos ellos.

Los 16 diodos LEDs se montarán en línea, formado así el eje Y del panoramascope. El aparato tiene una restricción relativamente importante; en continua sólo puede medir señales positivas (IC1 no admite tensiones negativas). La tensión continua máxima en la entrada es de +5V. El diodo cener D17 se emplea para evitar que en esta entrada se sobrepase el nivel máximo permitido. El divisor de tensión formado por R2, R3 y P1, ajusta la tensión de polarización en la entrada de IC1 aproximadamente a 2,5V. Esto hace que la señal alterna que llega a través de C1 quede siempre dentro del límite permitido por IC1 ($2{,}5V_{pp}$ = $1{,}77V_{ef}$).

El circuito puede alimentarse a baterías (dos pilas de 9V conectadas en serie) o mediante un transformador y un puente rectificador. En cualquiera de los casos IC2 estabiliza la tensión a +12V.

Una vez montado (mecánica y electrónicamente) el panoramascope, se procederá a la etapa de ajustes. P1 se ajustará de forma que el LED central quede encendido. A continuación se aplicará una señal alterna (no superior a $1{,}77V_{ef}$) en la entrada Y. Seguidamente se pone el motor en marcha, con lo cual, aparecerá la imagen de la señal en movimiento. Para estabilizarla se actuará sobre la «base de tiempos» (control de velocidad del motor) hasta que quede (más o menos) fija.

El «Panoramascope», como cualquier otro osciloscopio, no admite señales con componente continua, es decir, se tendrán que visualizar por separado. Para facilitar esta operación, se puede instalar un conmutador que pase de una entrada a otra.

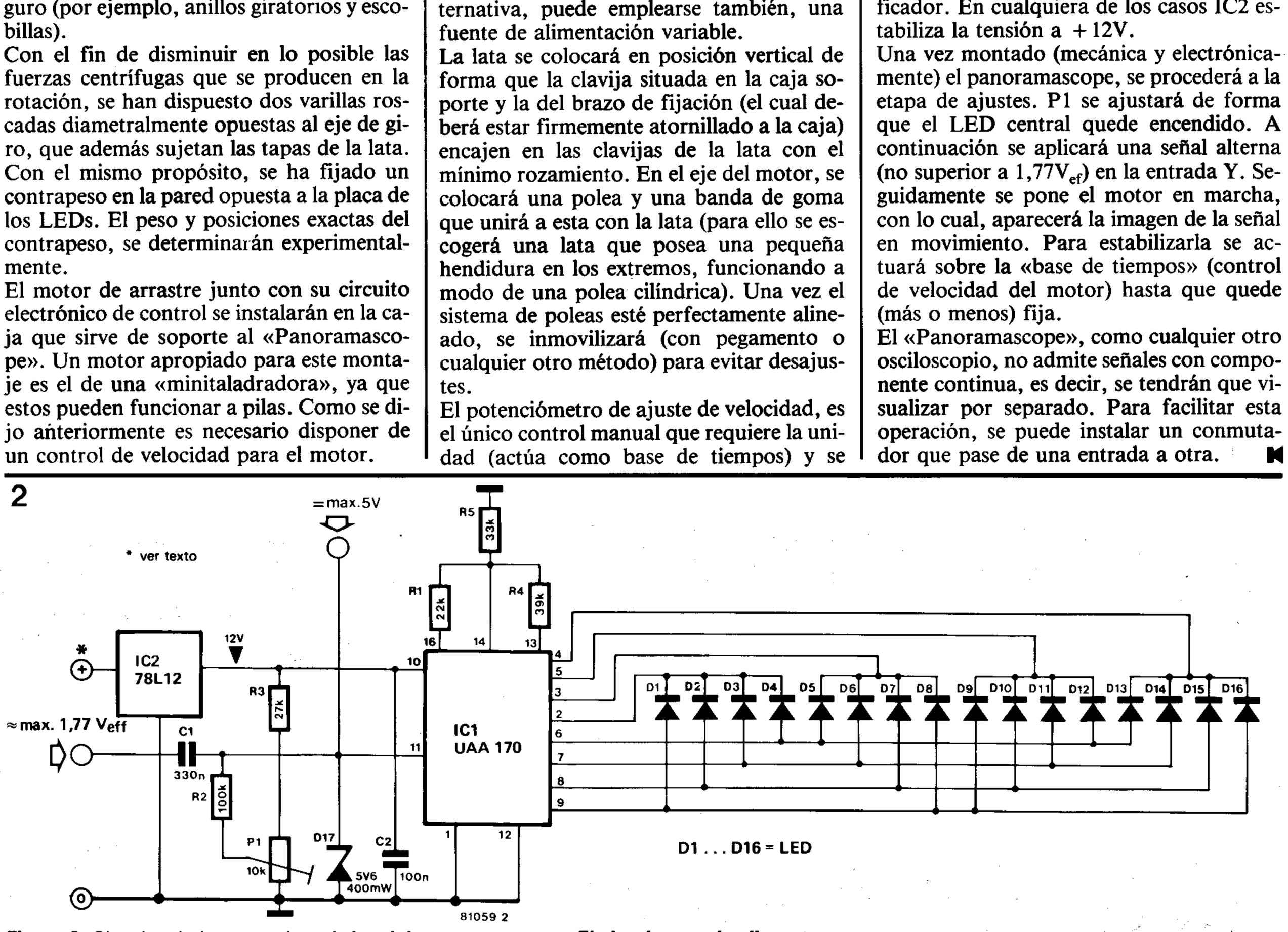



**Figura 2. Circuito de la parte electrónica del panoramascope. El circuito puede alimentarse con baterías o mediante un transformador y su correspondiente etapa de rectificación y filtrado.**

# cubilete electrónico

R. Mohunlol

**La idea es simple e ingeniosa a la vez, como suelen ser las grandes ideas. Su principio electrónico es muy sencillo.**

Sí, amigo lector, ha leído usted bien, este artículo explica cómo construir un cubilete electrónico. Una idea simple y sencilla pero de gran utilidad. Como puede verse en el esquema, no se ha empleado circuitos de alta tecnología, ya que precisamente esa fue nuestra intención al elaborar el número que tiene usted entre sus manos.

Nuestra versión electrónica del cubilete, por supuesto, sigue utilizando los tradicionales y conocidos dados.

El plano de construcción del cubilete electrónico se muestra en la figura 2. Los dados se colocan en el diafragma de un pequeño altavoz que al vibrar hace moverse los dados. Para hacer que el diafragma

1

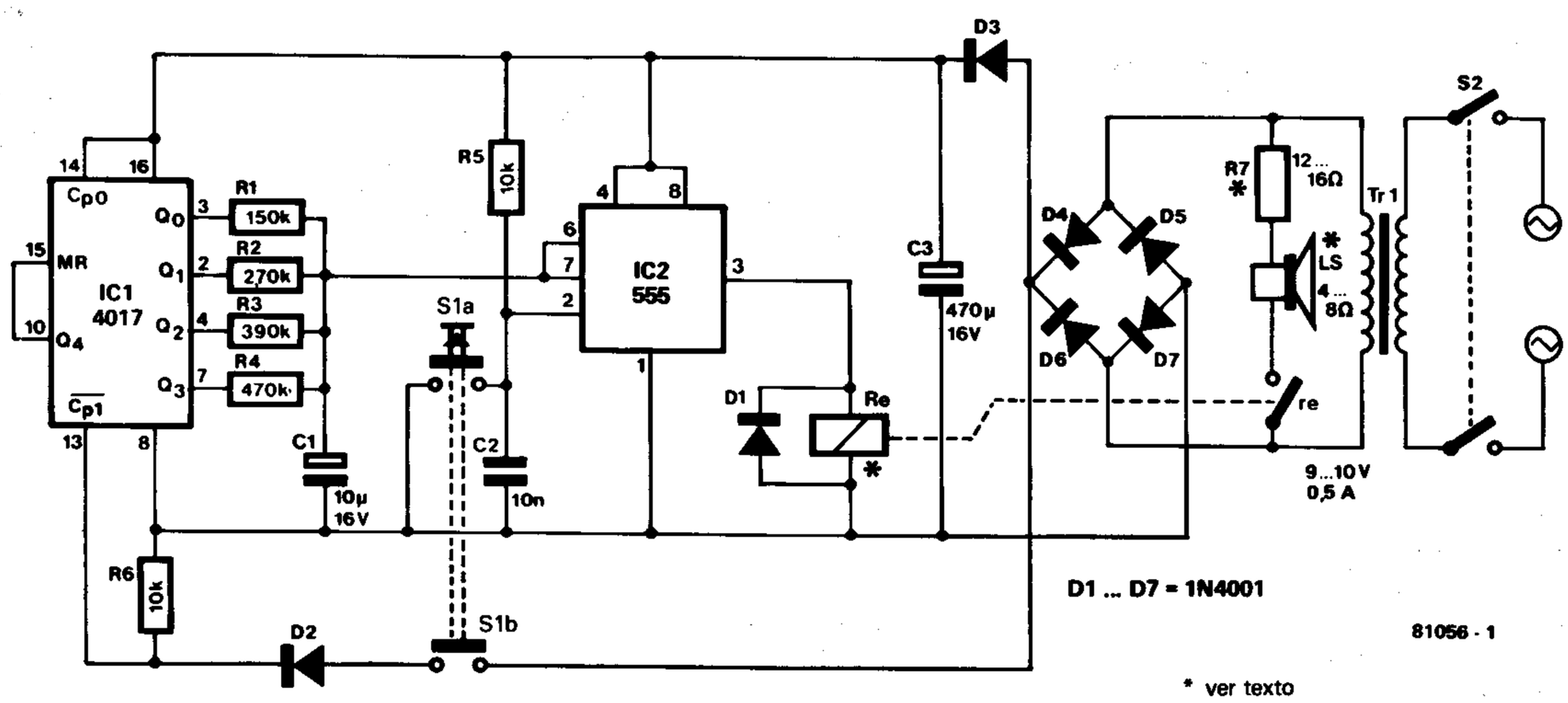



**Figura 1. Circuito del cubilete electrónico. El pulsador S1a/b, será de dos circuitos.**

2

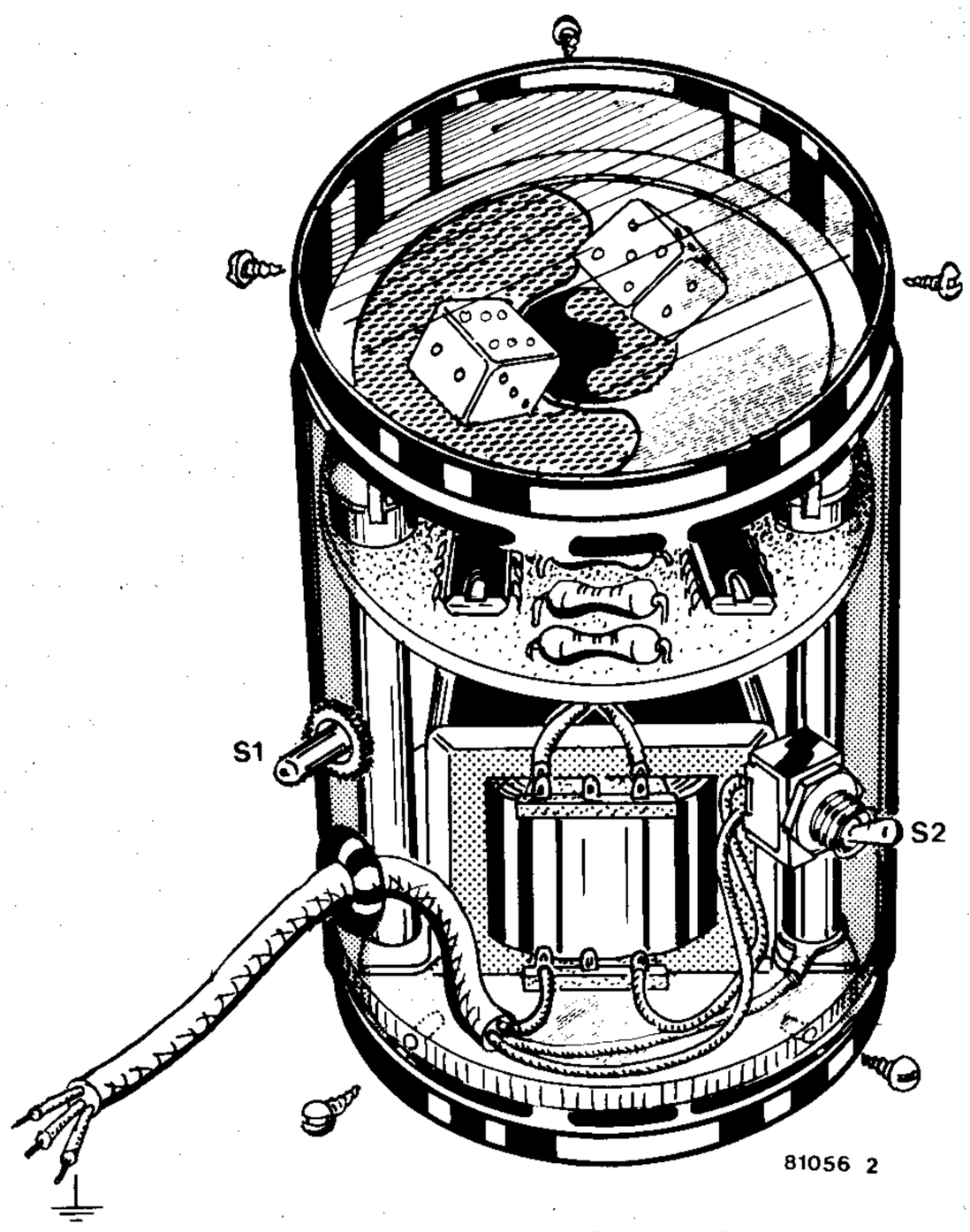



**Figura 2. El cubilete electrónico puede quedar como muestra el diagrama. Asegúrese de que el terminal de tierra hace buen contacto con el transformador y la carcasa de la lata.**

vibre, se conecta al altavoz (a través de un interruptor) directamente al secundario de un pequeño transformador (9...10V/0,5A). Los componentes básicos requeridos para que el montaje funcione son: el altavoz, el transformador, el interruptor, la lata, y por supuesto ¡los dados! Sin embargo para mejorar las prestaciones del «cubilete», le hemos añadido un generador de pulsos (de duración aleatoria). De este modo, el tiempo que el dado permanece en movimiento es imprevisible.

En la figura 1 se muestra el circuito electrónico del cubilete. El altavoz, se conecta al secundario del transformador a través del contacto de un relé, que está gobernado por un temporizador 555 (IC2). Al pulsar el botón de puesta en marcha, IC2 recibe un impulso de disparo a través del interruptor S1a. Simultáneamente, IC1 recibe una señal de 100Hz procedente del puente rectificador, a través de S1b. IC1 es un contador de 4 bits, que tiene como misión elegir la constante RC para IC1 aleatoriamente (R1/C1, R2/C1, R3/C1 y R4/C1), fijando por tanto, el tiempo que el relé permanecerá cerrado; en otras palabras, el tiempo que se agita el cubilete.

Si se utiliza un altavoz de 8 Ohmios, habrá que conectar en serie con él, una resistencia de 12 ohmios/3W. Si se emplea un altavoz de 4 ohmios, la resistencia será de 16 Ohmios/4W. El relé preferiblemente será de alta impedancia, pero en cualquier caso ésta no debe ser inferior a 300 ohmios.

Sólo hay un punto sobre el que queremos llamar la atención: La carcasa metálica de la lata debe quedar (eficazmente) conectada al terminal de tierra de la red.

D. Butler

# el guarda-dietas

**Si usted, o algún familiar, está a dieta (y tiene intención de seguirla) este circuito le será de una incalculable utilidad. Sobre todo en esos momentos en los que, amparado por la oscuridad de la noche, y sin poder resistir la tentación, termina (inevitablemente) «asaltando» el frigorífico.**

Aunque hace ya tiempo que terminaron las invasiones vikingas, seguimos padeciendo un cierto tipo de piratería a pequeña escala, en la que (al menos a primera vista) no se libra ninguna batalla. Efectivamente, basta con recordar a algunos miembros de nuestra familia y sus frecuentes viajes nocturnos a la cocina. Por la mañana, al entrar en la cocina descubrimos con horror las secuelas del asalto: algunas migajas y vasos vacíos, y el queso que usted guardaba tan celosamente o la última lata de su cerveza favorita, han desaparecido.

Existen varias soluciones para prevenir estos pequeños «saqueos», por ejemplo, encadenar el frigorífico, o ¡electrificarlo! (si usted anda flojo de memoria no le aconsejamos esta solución); sin embargo, no es preciso emplear soluciones tan extremas, existen métodos algo más suaves (y por supuesto mucho más divertidos), por ejemplo, el circuito que se describe en este artículo.

Pero veamos cómo entra en funcionamiento nuestro dispositivo y comprenderemos su utilidad. La escena se desarrolla en nuestra casa, entrada ya la noche. Todo está en silencio. De repente, aparece un sigiloso «fantasma» en pijama, en dirección a la cocina. ¿Quién será?, al poco se oye abrirse una puerta y nos llega el resplandor de la luz interior del frigorífico. Unas manos se dirigen prestas a las latas de cerveza; cogen la más cercana, se oye saltar el cierre metálico de la lata; y unos segundos después... un horroso sonido (¡y un grito!) desgarran el silencio nocturno. Lo que sucede a continuación, creemos que no es necesario contarlo.

El contenido de esta lata tan particular (evidentemente no se trata de cerveza) es el circuito mostrado en la figura 1. Un simple integrado y dos transistores, son los únicos componentes activos del circuito. Las puertas NAND N3 y N4 junto con la resistencia R3 y el condensador C3, forman un oscilador de onda cuadrada cuya frecuencia es aproximadamente de 1 kHz. Un segundo oscilador, compuesto por N1, N2, R2 y C2, se encarga de conmutar al primero con el fin de producir un sonido intermitente. La frecuencia de este segundo oscilador es aproximadamente de 3Hz, y se hacen entrar en funcionamiento (y pararse) mediante el pulsador S1. Cuando S1 se cierra, C1 se carga a la tensión de alimentación. Al abrirse S1, C1 se descarga lentamente a través de R1, con lo que el circuito queda en funcionamiento durante algunos segundos. La salida del oscilador de 1kHz alimenta a la pareja de transistores T1 y T2, conectados en montaje Darlington, que amplifican la señal un nivel suficiente como para excitar el altavoz. El condensador C4 sirve para desacoplar la tensión de alimentación del circuito. El circuito empleado es de tipo CMOS (4011), de forma que la corriente consumida será extremadamente baja, aún cuando S1 esté cerrado, en virtud de lo cual una batería miniatura de 9V será más que suficiente para alimentar el circuito.

La elección de la lata en la que se ubicará el circuito, lógicamente se hará entre las que normalmente se consumen en casa (para no despertar sospechas). Se deberá practicar en la base inferior de la lata una abertura circular para el altavoz, tal como se muestra en la figura 2. El altavoz empleado será, naturalmente inferior al diámetro de la lata y además debe dejar espacio suficiente para instalar el pulsador S1. Respecto a S1 hay que aclarar que se trata de un pulsador normalmente cerrado, con lo cual, al apoyar la lata sobre su base el circuito quedará abierto, y al levantarla; bueno ya se sabe... De cualquier forma se deberá comprobar que S1 queda abierto cuando la lata esté en su posición normal.

1

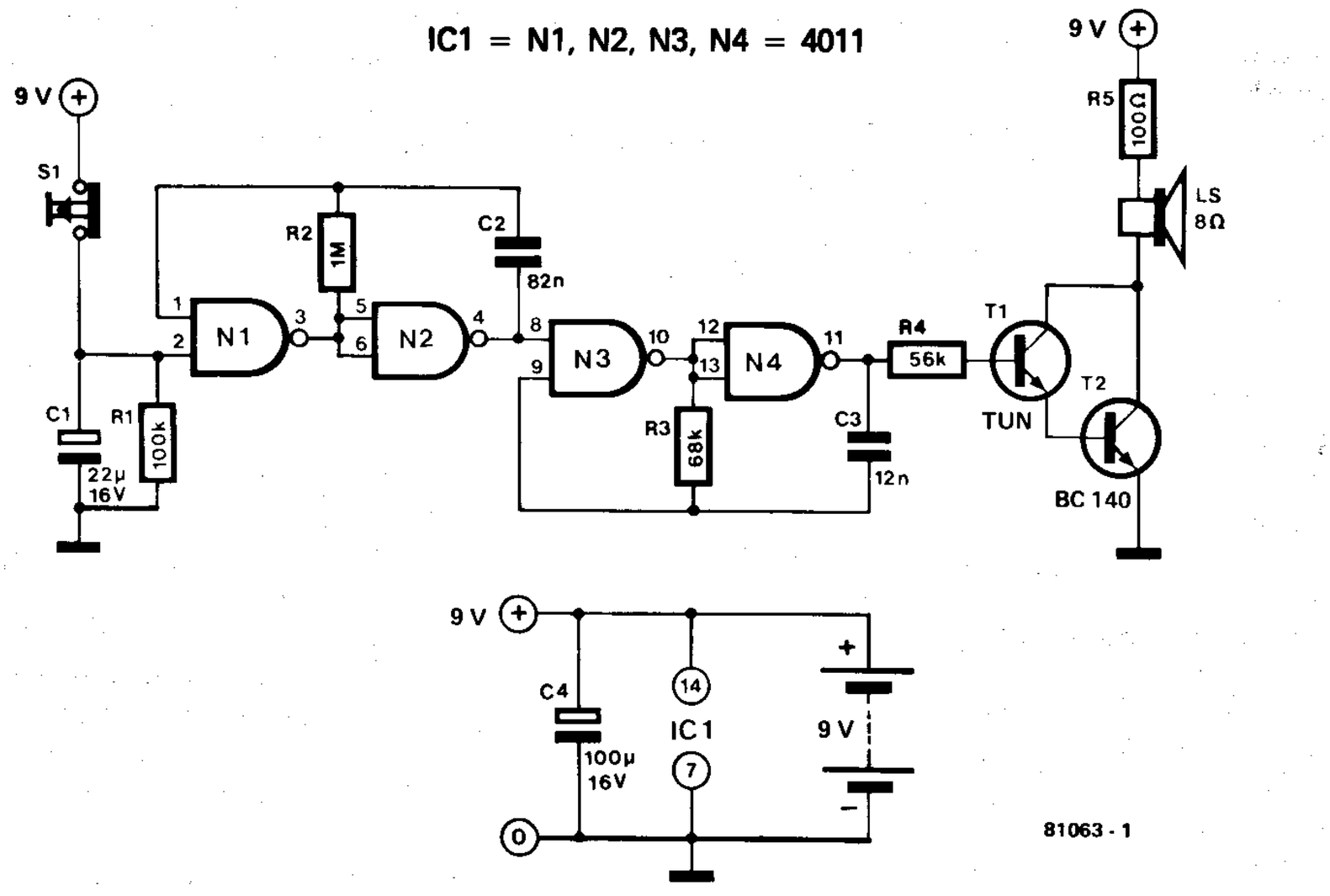



**Figura 1. Circuito eléctrico del guarda-dietas. El principio es simple: un oscilador de 1 kHz es conmutado por un segundo oscilador de muy baja frecuencia (3 Hz).**

2

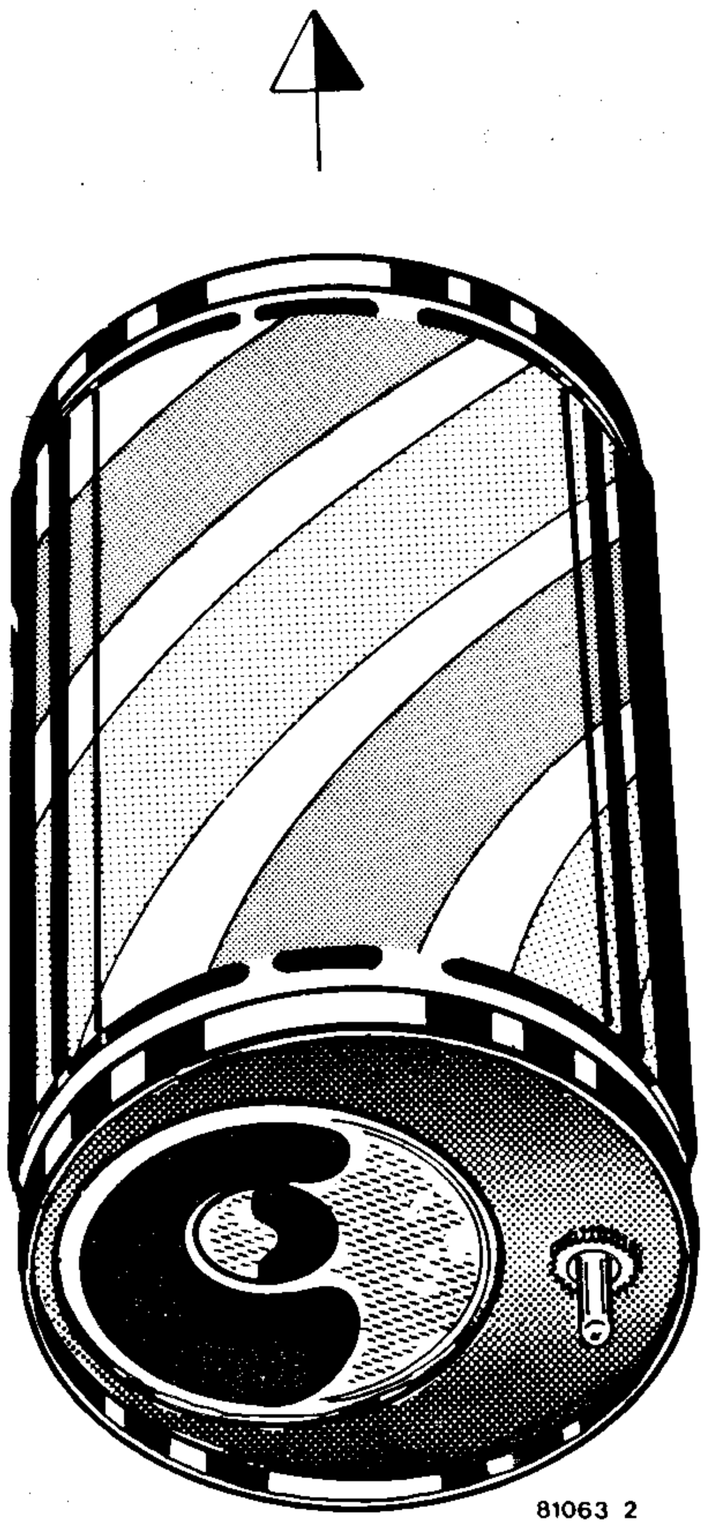



**Figura 2. En esta figura se muestra la colocación del altavoz y el pulsador en la base inferior de la lata.**

La placa de circuito impreso se diseñará de forma que éste se pueda introducir por la abertura practicada para el altavoz. Para evitar que el contenido de ia lata se mueva, rellenaremos el interior con goma espuma. El montaje se hará de la siguiente forma; primeramente se conectará la batería y el pulsador, y se introducirán en la lata. A continuación se instalará el altavoz; para ello untaremos algo de pegamento sobre los bordes del mismo y lo colocaremos en su abertura. De esta forma cambiar las pilas (duran bastante) no será una tarea demasiado agradable, sin embargo, sería aún más fastidioso dotar al conjunto de una tapadera abatible; de todas formas esto queda a gusto del lector.
Si todo ha ido bien, el circuito empezará a sonar tan pronto se conecten la batería y el pulsador. Si no sucediera así, pueden ocurrir varias cosas: que esté mal colocado el pulsador y no haga contacto al levantar la lata; que S1 sea de tipo normalmente abierto; o que (¡atención!) se haya destruido el integrado al tocarlo con los dedos. El circuito deberá permanecer en funcionamiento durante algunos segundos, de no ser así puede ser debido a alguna de las causas anteriormente citadas.
**Nota:** si ninguna persona de su familia tiene los hábitos nocturnos descritos en este artículo, puede emplear el montaje como artículo de broma en reuniones, fiestas, etc. (cuanto más gente haya mejor). ◀

# comedero para Ni-Cads

**W. Holdinghausen**

**Sin duda el autor de este montaje se basó en la semejanza volumétrica entre las pilas Ni-Cads y los cerditos a la hora de dar forma a su diseño. Y con más razón es válida la semejanza si tenemos en cuenta que en ambos casos la «alimentación» es un elemento fundamental.**

El porqué de darle forma de cerdo a este cargador de NI-CADS es realmente una buena pregunta; sin embargo, el motivo es bien sencillo, no es más que una idea original de montar un circuito. Como en otras ocasiones, esperamos que nuestros lectores corrijan y superen nuestra desbordante imaginación, aportando sus propias ideas a la hora de dar el acabado al circuito. Para que nuestra realización sea un éxito, sólo es necesario tener presente una cosa: que el montaje se parezca a cualquier cosa, menos a un cargador de baterías Ni-Cads.

## Funcionamiento

El cargador de baterías Ni-Cads contiene muy pocos órganos vitales.
En primer lugar la tensión se estabiliza mediante un integrado regulador (IC5). A continuación, IC1 toma muetras de la tensión que alimenta (carga) a las baterías. El tiempo de carga viene determinado por los integrados IC1 e IC2. Además de esta circuitería clásica, nuestro montaje posee una memoria (compuesta por N1 y N2), para evitar que las baterías se descarguen más de una vez (durante el período de recarga). El circuito controla las baterías puestas a su cuidado, de la siguiente forma: una vez se han conectado las baterías, y se ha dado tensión al circuito, IC1 comprueba la tensión en las unidades bajo tratamiento mediante la resistencia R15. Si esta tensión alcanza un cierto nivel (las baterías no están totalmente vacías), la patilla 7 de este itegrado pasará a nivel bajo. Esto hace que la tensión en bornas de C5 aumente rápidamente, mientras que en C6 tiene lugar una transición similar aunque mucho más lenta. En esta situación, el transistor T3 entrará en conducción descargando los ni-cads a través de R16.
Tan pronto como se hayan descargado las baterías (el nivel de descarga depende de P1), la patilla 7 de IC1 recobrará el nivel alto, descargando el condensador C5 durante algunos segundos a través de la resistencia R7. En este momento el flip-flop cambia de estado e interrumpe el período de descarga, haciendo que la patilla 3 de IC1 alcance el nivel alto (al igual que la patilla 7). Inmediatamente después del período de descarga, empieza el de carga. Para ello, se hace funcionar a T1 como fuente de corriente constante, haciendo circular por las baterías una corriente reducida (la de carga). Para indicar el período de trabajo en el que se encuentra el circuito, nuestro montaje dispone de dos LEDs, uno verde que señala el período de descarga, y otro rojo que indica el de carga.
Cuando se conecta la tensión de alimentación, el circuito de retardo formado en torno a IC2 e IC3 se pone a cero (condiciones iniciales). Después de 14...17 horas (ajustable mediante P2) la salida Q7 de IC3 alcanza el nivel alto, con lo cual (a través de D9) la entrada de IC1 tomará el mismo nivel. Este nuevo cambio, hace que las salidas 3 y 7 de IC1 pasen nuevamente a nivel bajo, interrumpiendo el período de carga y por consecuencia el LED rojo se apaga y se enciende el verde. Sin embargo el flip-flop (la memoria del circuito) no cambia de estado debido a que la tensión en C6 es aproximadamente cero voltios, con lo cual el circuito no puede iniciar un segundo período de descarga. Como sabrán la mayoría de nuestros lectores, en toda batería se produce una pequeña descarga aunque éstas no estén conectadas a ningún circuito, debido a la corriente de fugas. Para compensar esta pérdida, se ha dispuesto en el circuito la resistencia R1, que hace circular una corriente de «goteo», manteniendo las baterías continuamente al nivel óptimo de carga.
Este proceso puede resumirse de la siguiente forma: cuando se enciende el LED verde comienza el período de descarga y concluye cuando se enciende el LED rojo (que indica el inicio del período de carga).
Una vez terminado el período de carga, nuevamente se enciende el LED verde, pero ahora no se produce la descarga de los ni-cads, al contrario, éstos son mantenidos por el circuito a la carga máxima mediante una carga de goteo.

## Construcción

Es de esperar que la construcción del circuito impreso no presente demasiados

1

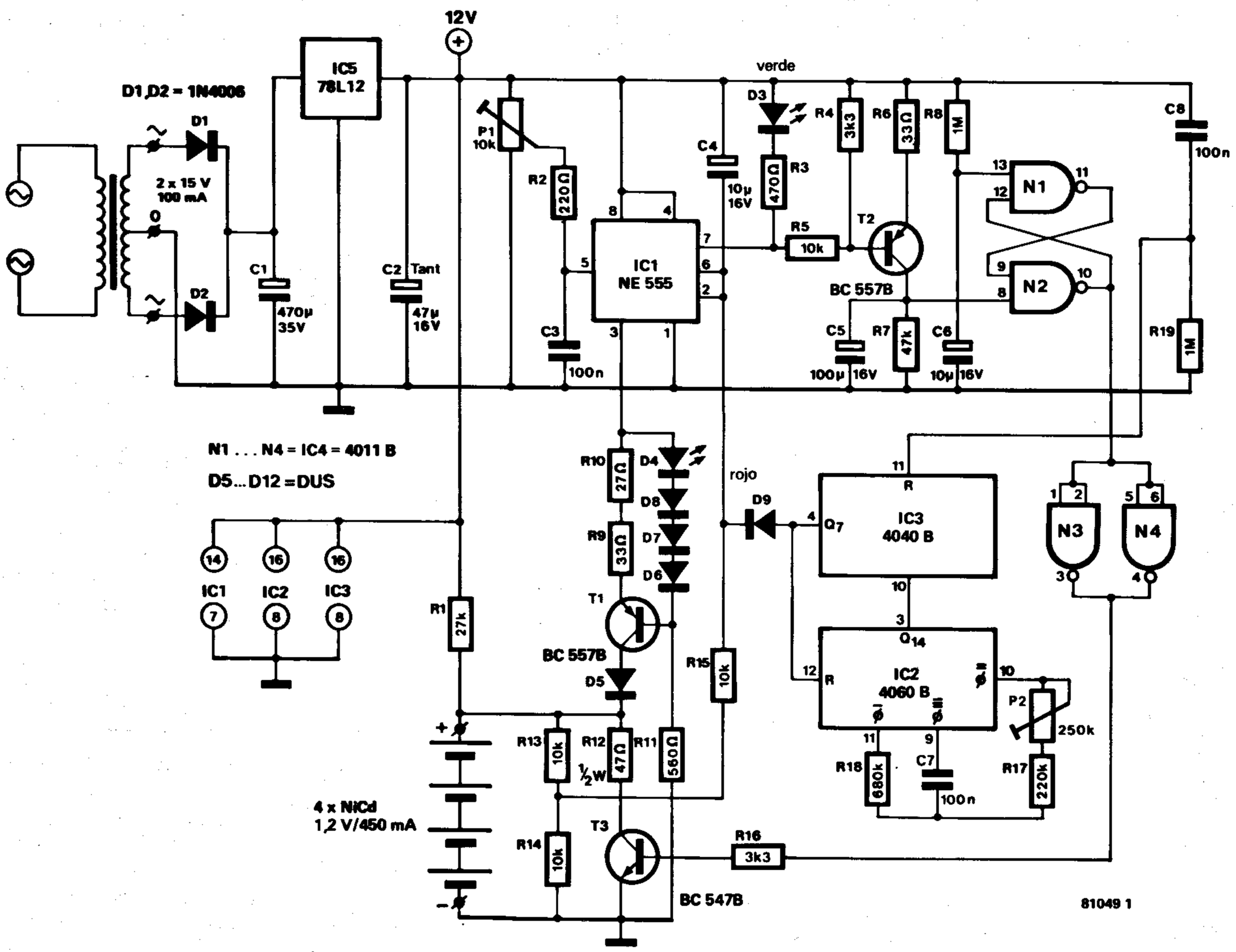



**Figura 1. Circuito del «manantial» para Ni-Cads. Los LEDs indican el estado de las baterías.**

2

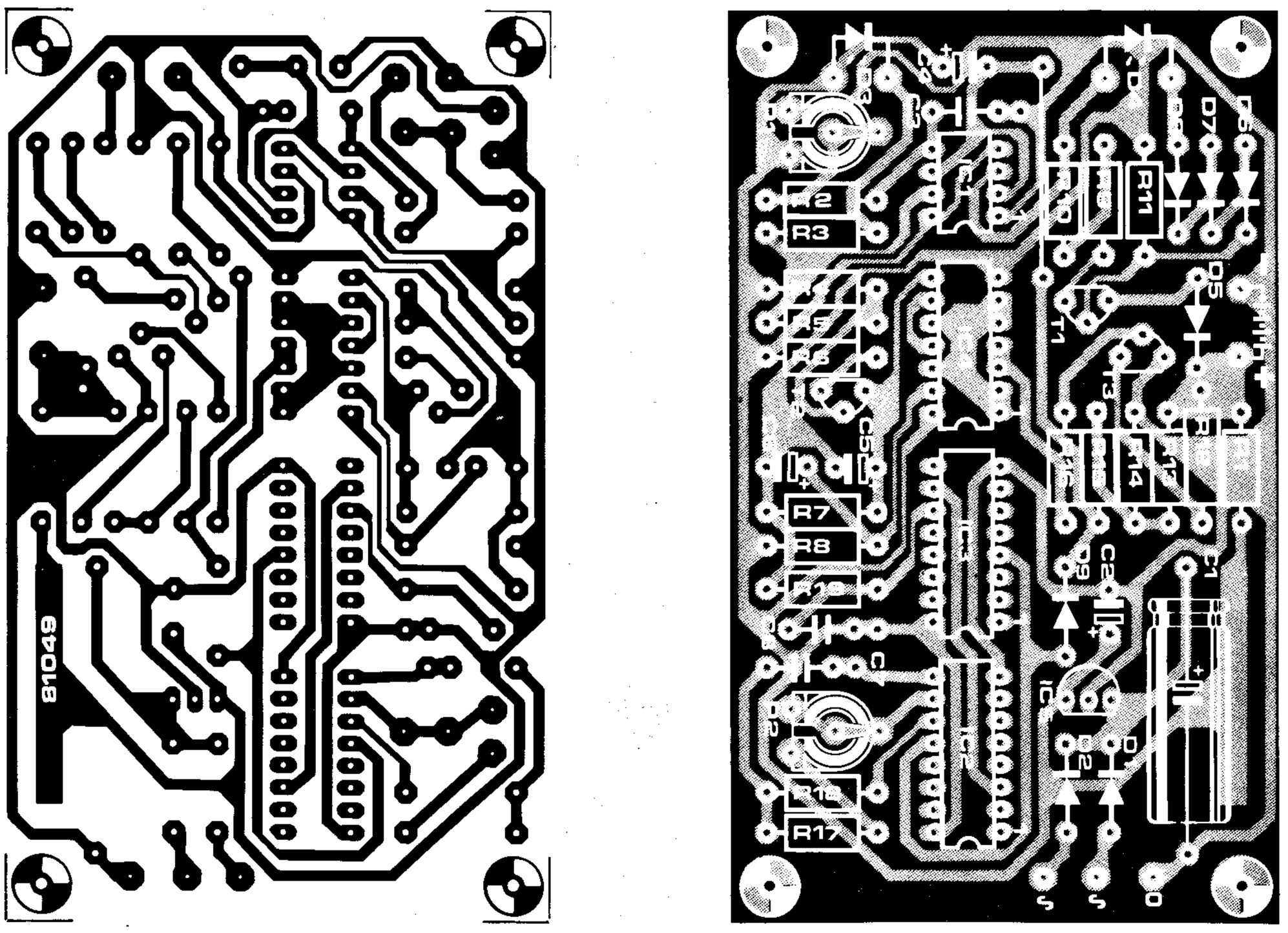
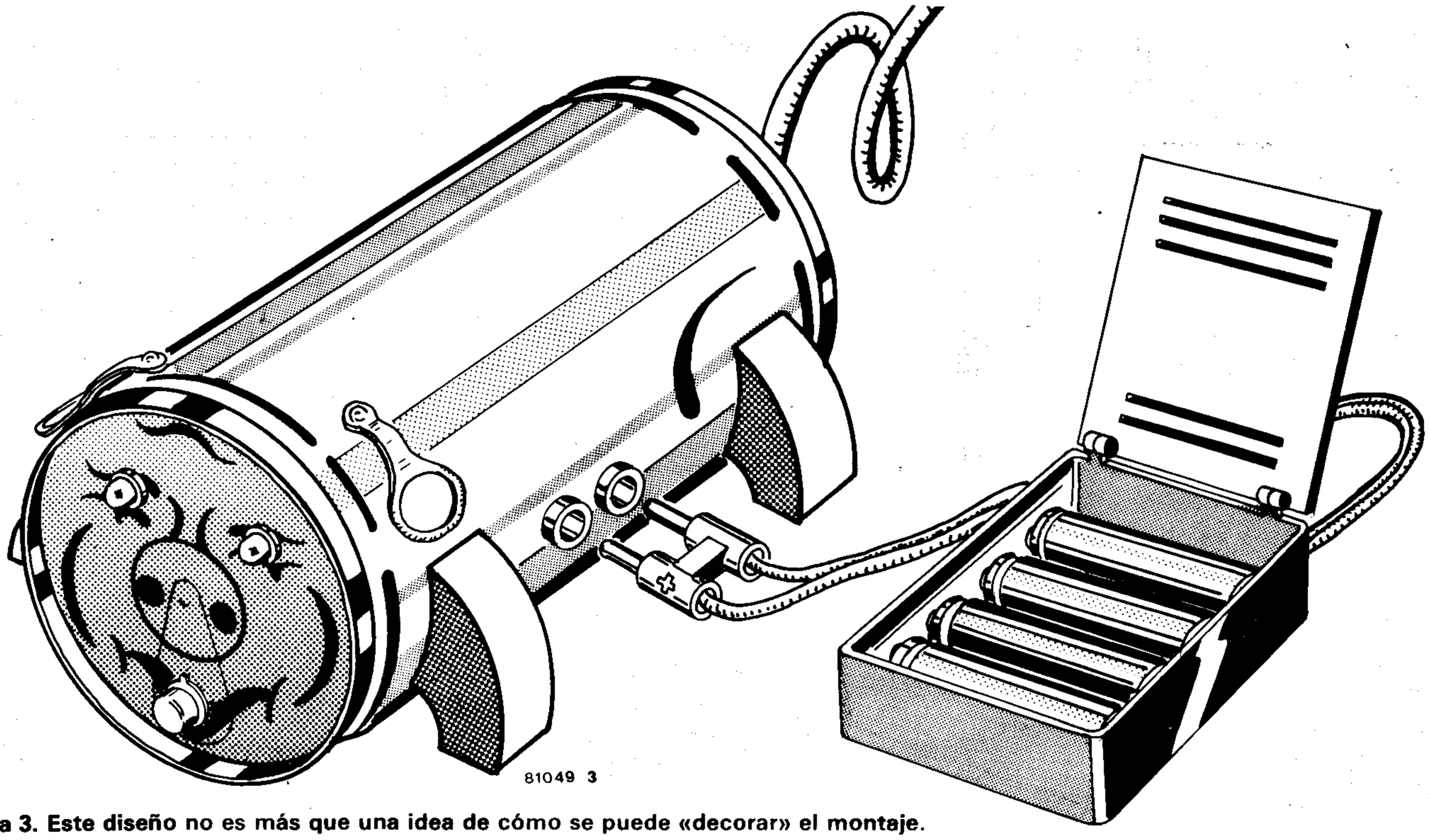



**Figura 2. Placa de circuito impreso y distribución de componentes. Asegúrese que los componentes no rozan en las paredes de la lata al introducir el circuito en su interior. Los LEDs se conectarán con cable flexible para facilitar su montaje.**

3



81049 3

**Figura 3. Este diseño no es más que una idea de cómo se puede «decorar» el montaje.**

problemas, con lo cual la mayor parte del tiempo podremos dedicarlo a la «decoración» de la lata. En la figura 3 se da una idea de lo que puede «salir» al dejar volar la imaginación.

Sólo hay un detalle en el circuito que debe seguirse al pie de la letra, y es el aislamiento y la seguridad del mismo. Para ello se utilizará un transformador de los que viene encapsulados en plástico, y se dispondrá una buena toma de tierra. La tapa superior de la lata se dejará intacta puesto que aquí es donde instalaremos los LEDs. Para darle al conjunto una apariencia más propia, se deberá utilizar un BC 140 (T3) en lugar del BC 547. Sus conexiones son idénticas. Como en cualquier otro circuito, antes de introducirlo en la lata se deberá realizar una comprobación de su funcionamiento.

## Ajustes

En este apartado, pueden emplearse dos métodos diferentes. El más simple de ellos es asegurarse de que las baterías no se descargan a tensiones inferiores de un voltio (por ejemplo). Esto hace que la carga se interrumpa en una tensión varios voltios superior al punto de desconexión.

Sin embargo ésta es tan alta (6 ó 7 voltios) que los ni-cads nunca llegan a alcanzarla, razón por la cual el proceso de carga sufre un incremento de tiempo (el tiempo de carga es superior al prefijado).

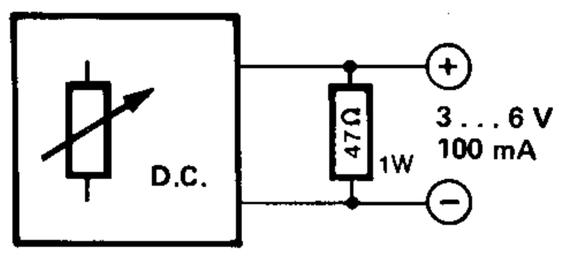
El segundo método no emplea la tensión de descarga para detener el proceso, si no la de carga. La tensión a la que se debe interrumpir la carga será de 5,7V (1,42V por elemento). Este ajuste se hará a temperatura ambiente mediante el potenciómetro P1. Si la tensión de interrupción del período de descarga no es alcanzada en 14 horas, el proceso será detenido por el temporizador.

Es preciso aclarar un punto respecto al tiempo máximo de carga. Como es lógico, este tiempo empieza a contar desde que el cargador recibe tensión; por lo tanto, si en un primer lugar se inicia el proceso de descarga significa que el tiempo que dure éste se descontará del tiempo total de carga, es decir, el período de carga será algo inferior que cuando no hay descarga. La solución es prolongar ligeramente el período de carga. Otra solución para reducir este tiempo muerto del proceso de carga, sería disminuir el valor de R12 (reduciendo así el período de descarga). En este último caso, la corriente de carga tendrá que ser inferior a 100 mA. El circuito de la figura 4 se empleará para remplazar los ni-cads durante el período de recarga. Para este fin puede emplearse cualquier fuente de alimentación estabilizada y regulable. La resistencia de 47 Ohmios conectada en paralelo con la salida impedirá que la tensión aumente por encima de los límites previstos durante los ajustes. Para facilitar el ajuste del temporizador, es conveniente saber que para un período de 14 horas, la salida de IC3 (patilla 10) debe pasar a nivel alto justamente a los siete minutos.

## Características

— Cargador especialmente indicado para grupos de cuatro baterías.
— Tensión de descarga ajustable.
— Proceso de carga ajustable: por tensión o por tiempo.
— Corriente máxima de carga 100 mA.

4




81049 4

**Lista de componentes**

Resistencias:
R1 = 27 k
R2 = 220 Ω
R3 = 470 Ω
R4,R16 = 3k3
R5,R13,R14,R15 = 10 k
R6,R9 = 33 Ω
R7 = 47 k
R8,R19 = 1 M
R10 = 27 Ω
R11 = 560 Ω
R12 = 47 Ω/½ W
R17 = 220 k
R18 = 680 k
P1 = 10 k potenciómetro ajustable
P2 = 250 k potenciómetro ajustable

Condensadores:
C1 = 470 µ/35 V
C2 = 47 µ/16 V tántalo
C3,C7,C8 = 100 n
C4,C6 = 10 µ/16 V
C5 = 100 µ/16 V

Semiconductores:
T1,T2 = BC 557B
T3 = BC 547B or BC 140
D1,D2 = 1N4001
D3 = LED, verde
D4 = LED, rojo
D5 . . . D9 = DUS (1N4148)
IC1 = 555
IC2 = 4060
IC3 = 4040
IC4 = 4011 B
IC5 = 78L12

Varios:
transformador de 2 x 15 V 100 mA
lata

R. Wenzelburger

# el genio de la... lata

**Cuando una lata rehusa permanecer en posición vertical, algo extraño está sucediendo. Este obstinado comportamiento, sólo puede tener una causa: ¡el genio de la lata!**
**Nuestro genio no concede deseos imposibles, ni aparece entre una misteriosa nube de humo blanco (al menos por el momento), sin embargo le proporcionará otra cosa que muy pocos «genios» pueden dar, ¡un buen rato de diversión!**

Como podrá comprobar el afortunado poseedor del genio, este es bastante caprichoso, y sólo tolera dos posiciones: tumbado (no es extraño después de estar tanto tiempo en una lata) y de cabeza (¿haciendo yoga?). Además, sólo permite que su maestro le ponga en esta última posición, de modo que cuando cualquier otra persona lo intenta, el genio, haciendo uso de sus poderes mágicos, hace que la lata se ponga en posición horizontal (es la preferida por el genio).

Instintivamente, adivinamos (y en esto no ha intervenido para nada el genio) la pregunta que se estará haciendo el lector al leer estas líneas, ¿de dónde saca el genio sus poderes mágicos? Para ser honestos, tenemos que admitir que no hay ningún tipo de magia, excepto la que los espectadores quieran (o crean) ver. Todo el mérito se debe a un simple circuito electrónico. ¿Cómo funciona?, veámoslo.
Cuando se pone la lata en posición vertical (invertida) o tumbada, un interruptor de mercurio S1 en el interior de la lata abre su circuito. En esta situación (ver figura 1) la entrada del «latch» (memoria) compuesto por N3 y N4 quedará a nivel bajo (por medio de R4 y N4).
Si se cierra el interruptor S1 (esto ocurre al poner la lata en la posición correcta) la entrada de N1 pasará a nivel alto, sin embargo, este cambio no tendrá ningún efecto sobre el «latch» ya que los diodos D1 y D2 están polarizados en inverso. Esto significa que las entradas de la puerta N5 estarán a nivel alto, y por tanto su salida a nivel bajo; es decir el monoestable formado por N6 y N7 recibe un impulso de disparo que hace al transistor T1 entrar en conducción. La duración del impulso generado por este monoestable viene determinada por P1, y puede variarse entre 1...3 segundos. Durante este tiempo, el condensador C7 se cargará a través de T1 y R7.
Cuando el monoestable retorna a su estado inicial, se produce un flanco positivo que al llegar a la entrada de N7, hace entrar en corte al transistor T1 y dispara el tiristor. Como puede verse en el circuito, la bobina del relé está conectada en serie con el tiristor, por tanto, al entrar en conducción éste, simultáneamente se activará el relé. C7 en esta situación se descarga rápidamente a través de la bobina del relé haciendo que la corriente a través del tiristor caiga por debajo del valor de mantenimiento, con lo cual el tiristor se desceba y el relé abre nuevamente sus contactos. Este breve contacto del relé, hace que el péndulo se mueva bruscamente en sentido horizontal, desplazando el centro de gravedad de la lata, con lo cual, ésta pierde su posición de equilibrio, y cae (¡el genio muestra su poder!).
Para colocar la lata en su posición correcta, sin que caiga, se deberá tocar el sensor S2 (sin que el público lo advierta). En este caso

1

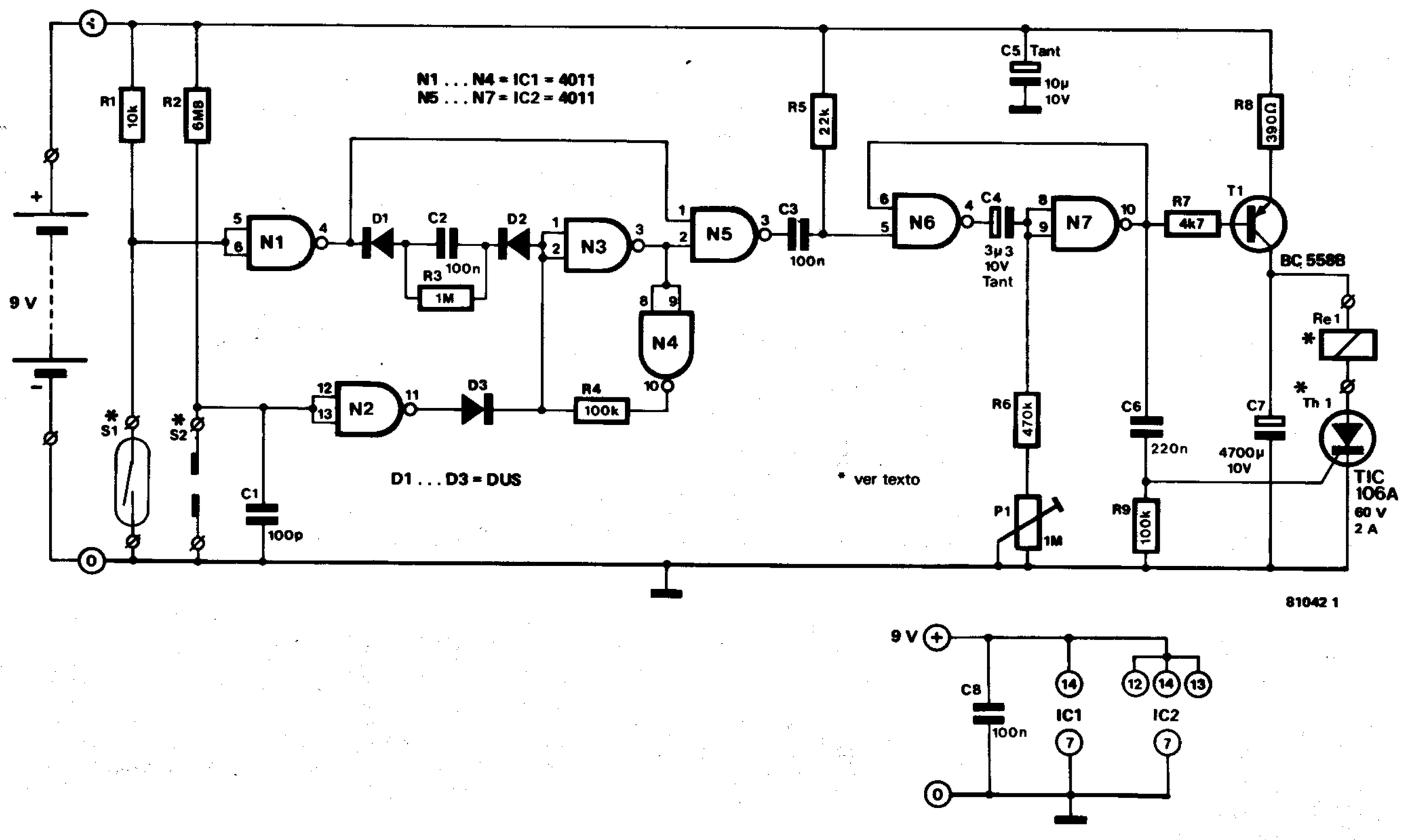



**Figura 1. Circuito completo del genio electrónico. Este es el cerebro artificial de nuestro particular amigo.**

**la salida de N3 pasará a nivel bajo y el multivibrador** no podrá ser disparado, con lo que la lata, dócilmente, obedecerá a su maestro permaneciendo en la posición deseada.

## Cómo enlatar al genio

La lata se deberá abrir por una de sus bases a un centímetro del borde, con ayuda de una sierra, ¡cuidado con los dedos!, no es necesario derramar sangre para meter el genio en la lata. El tirador de la lata se pegará sólidamente por la cara interior. Para asegurarse de que el centro de gravedad de la lata queda lo más alto posible (para que caiga con facilidad), se pegará la batería con cinta adhesiva de doble cara en la base superior de la lata. La construcción mecánica y los detalles de montaje que acabamos de citar se muestran en la figura 2.
La construcción del péndulo es muy sencilla. Se toma un relé de 6V (de una cierta potencia) y en la armadura móvil se pega (o atornilla) una varilla metálica en cuyo extremo se fijará el contrapeso (el núcleo de una bobina, o simplemente un plomo de los utilizados por los pescadores). El peso adecuado para que el contrapeso haga caer la lata se determinará experimentalmente.
Como es lógico, los componentes de la placa, también afectan el centro de gravedad de la lata. En particular, el condensador C7 tiene un tamaño bastante grande, lo cual puede impedir el libre movimiento del péndulo. Una solución es desoldarlo de la placa y montarlo junto a la batería.
El sensor S2 debe quedar totalmente disimulado en el exterior dela lata. La mejor solución, es cortar la lata en dos partes y hacer que cada una de ellas sea un polo del sensor. Obviamente, ambas secciones de la lata deberán quedar perfectamente aisladas (y mecánicamente inmóviles). Para disimular el corte, éste se cubrirá con un trozo de cinta aislante. Para asegurar el contacto, los terminales de S2 se soldarán a la lata (cada uno a su sección) por la cara interna.
Como es lógico, el genio es su propio enemigo ya que al cabo de varias caídas, el interior puede resultar dañado. Para evitarse problema, se colocarán en la parte superior e inferior de la lata, unas bandas de goma, que amortiguarán los golpes.
Es de destacar, que este circuito no requiere ningún conmutador de Encendido/apagado ya que su corriente de reposo es extremadamente baja. Este parámetro sólo depende de la corriente de polarización de T1, y para mantenerlo en un valor aceptable se elegirá un BC 558; en otras palabras, no vale cualquier TUN. ■

2

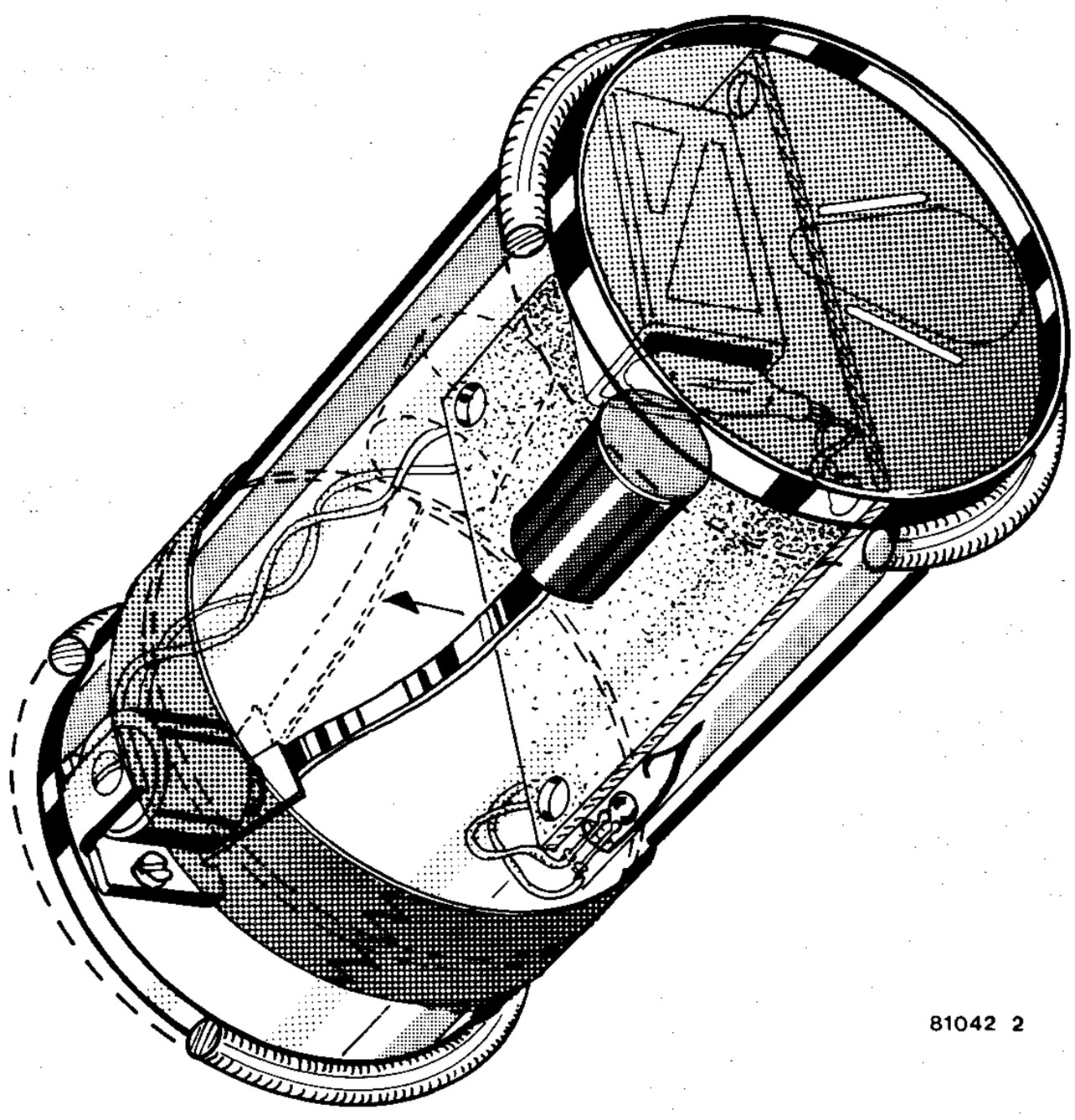



**Figura 2. La construcción mecánica de la lata «inteligente» no requiere demasiados conocimientos de bricolage. El péndulo se colocará en posición vertical.**

**Lista de componentes**

Resistencias:
R1 = 10 k
R2 = 6M8
R3 = 1 M
R4 = 100 k
R5 = 22 k
R6 = 470 k
R7 = 4k7
R8 = 390 Ω
R9 = 100 k
P1 = 1 M potenciómetro ajustable

Condensadores:
C1 = 100 p
C2,C3 = 100 n
C4 = 3μ3/10 V tántalo
C5 = 10 μ/10 V tántalo
C6 = 220 n
C7 = 4700 μ/10 V

Semiconductores:
T1 = BC 558B
D1 . . . D3 = DUS
IC1,IC2 = 4011
Th = tiristor 60 V/2 A

Varios:
Re1 = relé de 6V

3

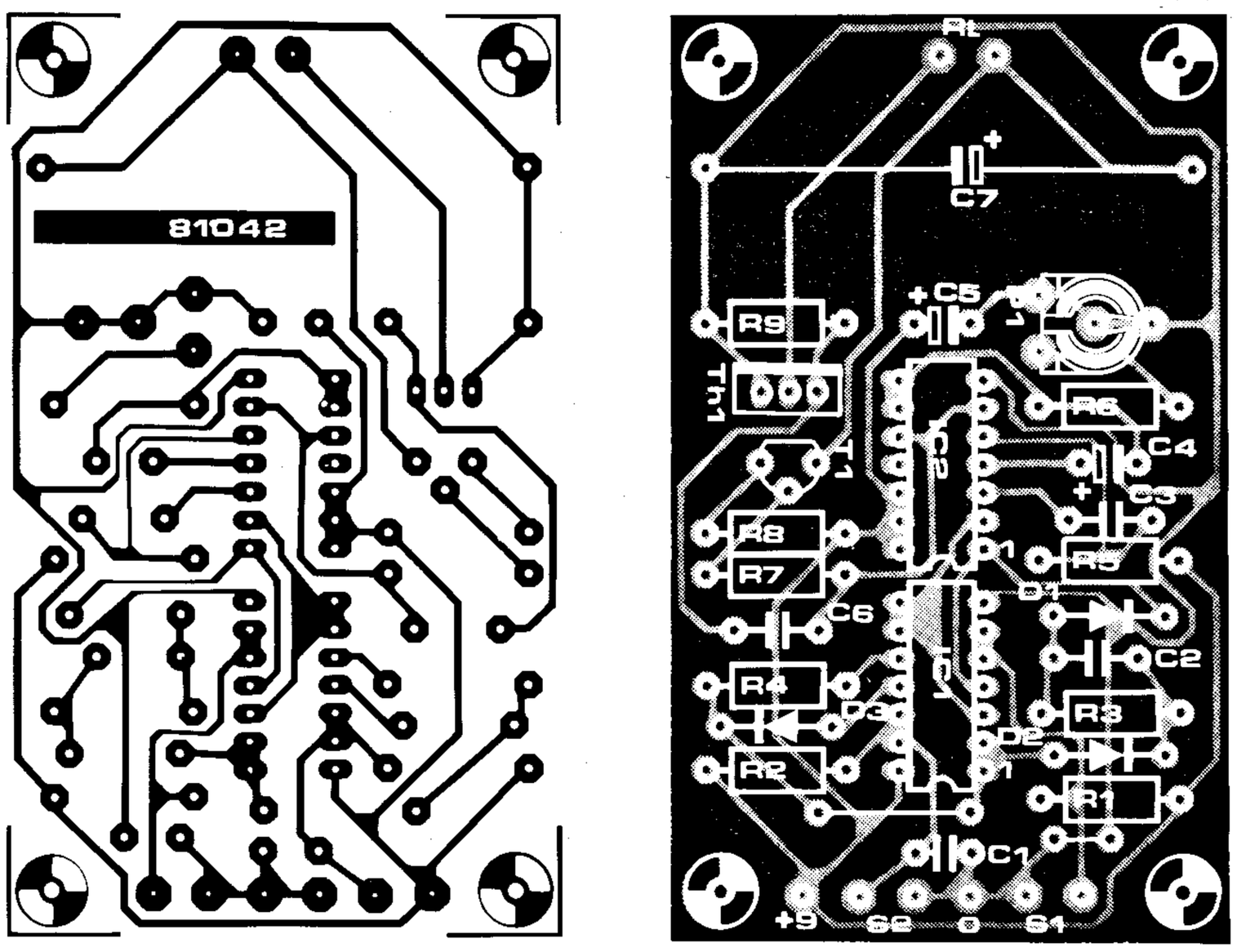



**Figura 3. Placa de circuito impreso y disposición de componentes del cerebro artificial del genio.**

# marimba

**Puede decirse, que la percusión es una de las características principales de la música del Caribe, en la cual, uno de los instrumentos más peculiares, es sin duda la marimba. Este es un instrumento de percusión del tipo de los tambores. La forma de interpretarlo es muy diferente dependiendo del grupo, pero una de las formas de sacarle mayor partido puede ser haciendo dúo con el Xilófono que se publica en este mismo número.**

**W. Fröse**

Aunque los botes de cerveza se fabrican de forma similar a los bidones de carburante, ciertamente sus sonidos característicos no tienen ningún parecido. Como es de suponer, el tamaño de la lata juega un papel de gran importancia en la *voz* característica de un instrumento (quizá fuera una buena idea fabricar latas de cerveza de 100 litros). En este artículo se hace uso de la electrónica para compensar estas *pequeñas* diferencias de tamaño. La técnica de interpretación sigue siendo la misma, si bien en la baqueta de nuestro instrumento se ha introducido una ligera diferencia, ya que ésta lleva en su extremo un pequeño imán, encargado de activar el circuito electrónico. La tapa superior de la lata esconde un relé reed que tiene la misión de conectar y desconectar el circuito al ritmo de los golpes de baqueta (al aproximar el imán al relé reed, este cierra su contacto).

Cada lata produce un tono simple, de modo que empleando varias latas, podremos forman una sección de percusión sompleta. Es aconsejable utilizar latas cuyo tamaño esté en función del sonido que vaya a producir cada marimba (latas de mayor tamaño para los tonos más graves).

Por otra parte (como en la versión real), esta disposición será de gran utilidad para identificar el sonido de cada instrumento.

En la figura 1, se muestra el esquema

1

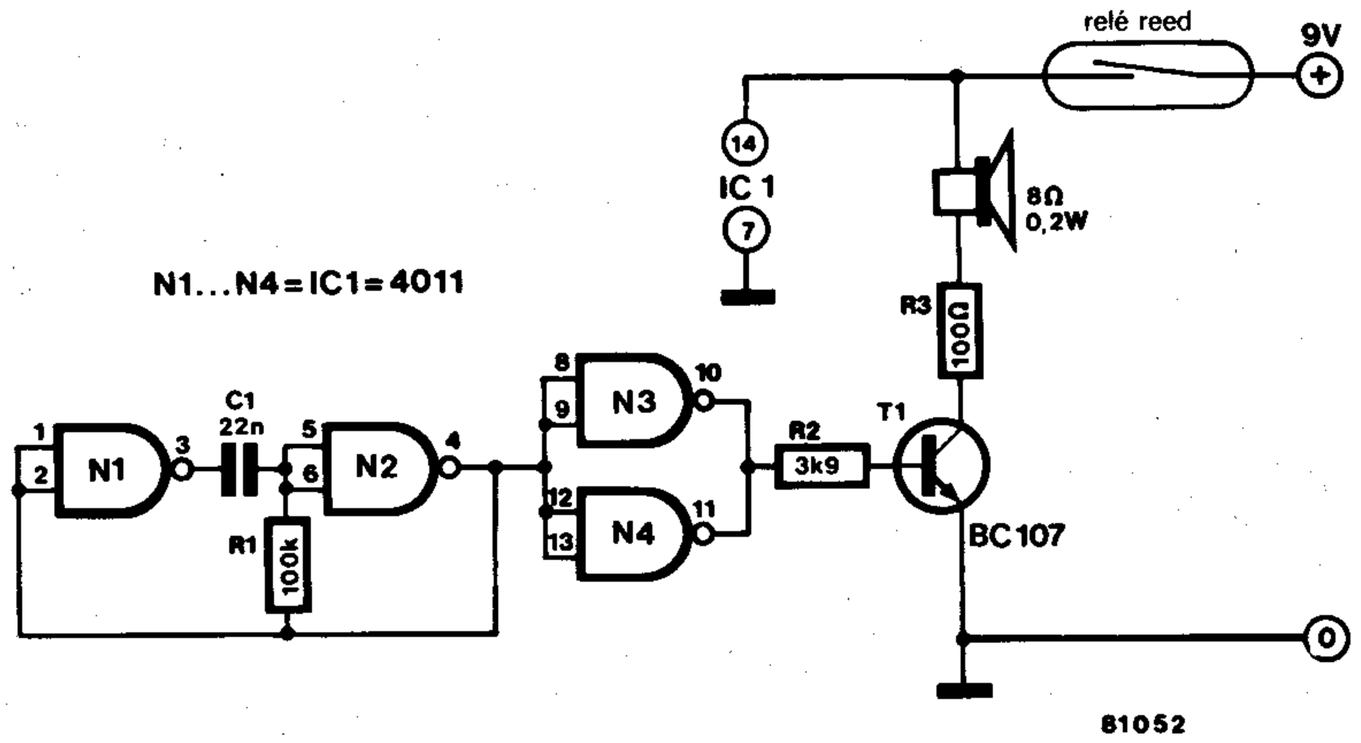



**Figura 1. Como puede verse el circuito es de gran simplicidad, por lo cual una sección de percusión completa no supondrá ningún gasto.**

2

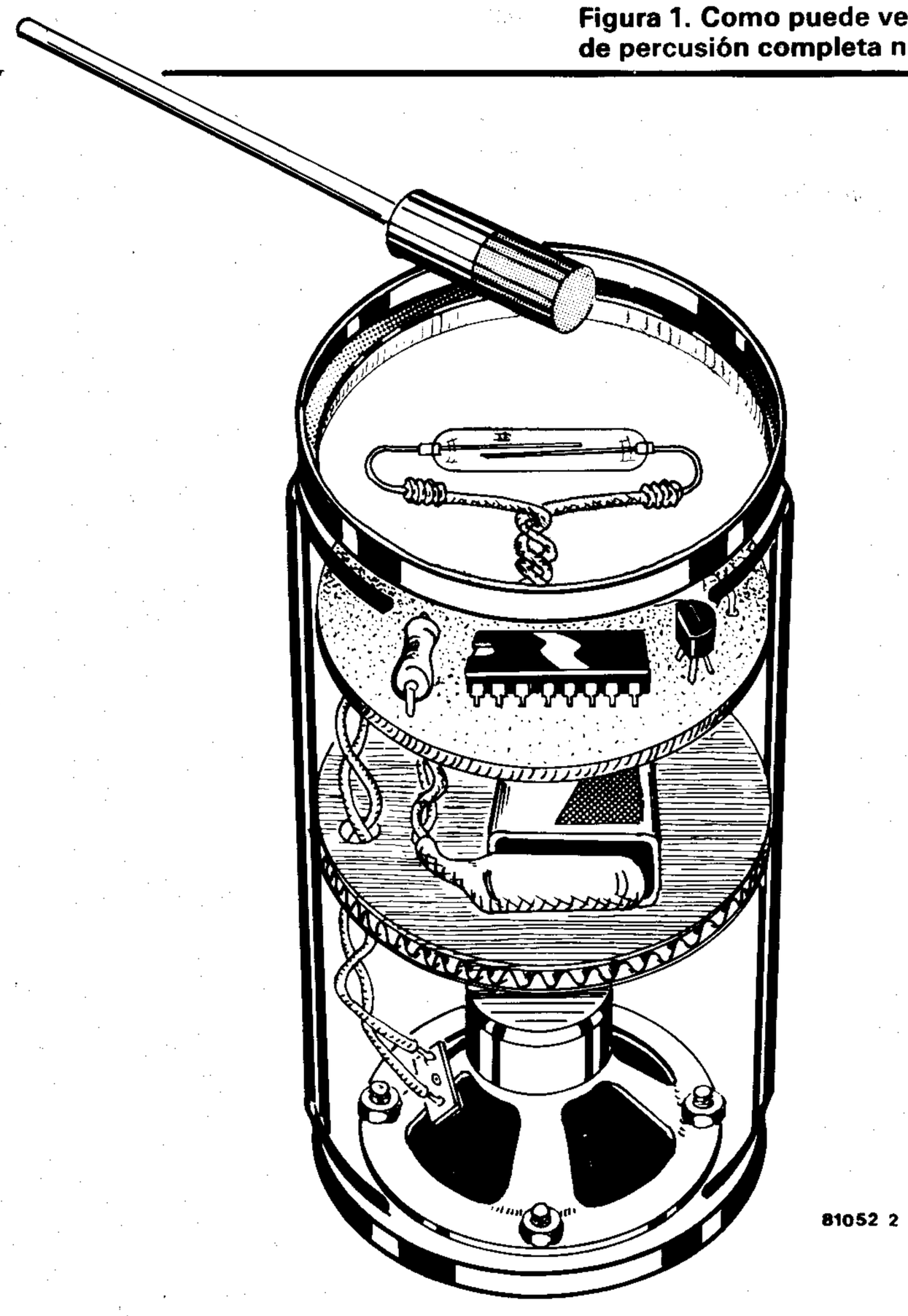



**Figura 2. Idea sugerida por ELEKTOR para construir la marimba.**

electrónico de la marimba. Como puede verse el circuito no puede ser más sencillo ni barato (aun si incluimos en el precio el contenido de la lata). Además es una excusa inmejorable para beber refrescos gratis: «¿que para qué me llevo las latas?, para mi orquesta de percusión ¡por supuesto!».

El CMOS 4011 es un integrado que contiene cuatro puertas NAND, dos de las cuales (N1 y N2) forman un multivibrador astable encargado de general el tono de la marimba. Las otras dos puertas (N3 y N4) trabajan como amplificadores de corriente, atacando a la base del transistor T1, el cual a su vez excita el altavoz. El conjunto de la lata y el altavoz, forman una cavidad resonante que ayuda a formar el sonido característico de la marimba. La constante de tiempo RC del multivibrador astable, determina la frecuencia del tono producido; con los valores dados en el circuito (C = 22n, R = 100 k) este será de 150 Hz aproximadamente. Si se sustituye la resistencia R por un potenciómetro ajustable del mismo valor, se podrá «afinar» el instrumento en un margen de varias octavas (esta característica es de gran utilidad cuando se toca en grupo).

El consumo de corriente es extremadamente bajo, ya que el circuito sólo está en funcionamiento por muy breves períodos de tiempo (al cerrar el relé reed). Es decir, la duración de las baterías es casi independiente de las veces que se utilice el instrumento. Estamos seguros de que esta característica le dará gran «popularidad» entre sus amigos y vecinos (Vd. se sorprenderá del profundo *interés* despertado por la duración de las baterías de su marimba).

# xilófono

**Aunque este circuito no aporta novedades importantes a la música electrónica, sin embargo resulta un montaje interesante, ya que su sonido, sencillez, y bajo precio, lo hacen ideal para todos aquellos que se inician en el campo de la electrónica.**

Como puede apreciarse en el esquema eléctrico, el circuito emplea *relés reed,* aunque en esta aplicación trabajan de una forma poco habitual (¡como teclas!), ya que se actúan mediante una especie de «palillos», en cuyo extremo se encuentra un imán.
El circuito eléctrico del xilofono se muestra en la figura 1. El teclado está compuesto por ocho interruptores reed que forman una escala simple de un octava. Al cerrar cualquiera de los interruptores entra en funcionamiento el oscilador, compuesto por N1 C1, y la resistencia que entra en circuito al cerrar el intrruptor. Puesto que el condensador C1 es fijo, la frecuencia de oscilación viene determinada por el valor de la resistencia y el potenciómetro conectados en serie. La frecuencia de la primera nota (DO) es de 350 Hz, y como anteriormente se ha dicho queda determinada por el valor de C1 y R1. Los potentiómetros P1...P7, se emplean para ajustar con precisión las demás notas. La salida del oscilador es amplificada en primer lugar por la puerta N2 y a continuación por el darlington T1, obteniendo así una señal con suficiente amplitud como para excitar el altavoz. El volumen de la señal de salida puede regularse mediante el potenciómetro ajustable P8.
Los interruptores reed, se colocarán en «batería» dejando entre ellos una separación de 1,5 a 2 cm., para evitar interferencias entre sí. Para «tocar» el xilofono, se empleará un pequeño imán sujeto en el extremo de una varilla de plástico o madera. Como ya sabrán la mayoría de los lectores, la conmutación se produce al acercar suficientemente el imán a la ampolla del relé (o interruptor) reed.
Finalmente, una advertencia; este instrumento no se puede tocar como la versión real, es decir golpeando las placas metálicas con el «macillo», puesto que en la versión electrónica dichas placas se han sustituido por relés reed ¡que suelen estar encapsulados en una ampolla de vidrio!

1

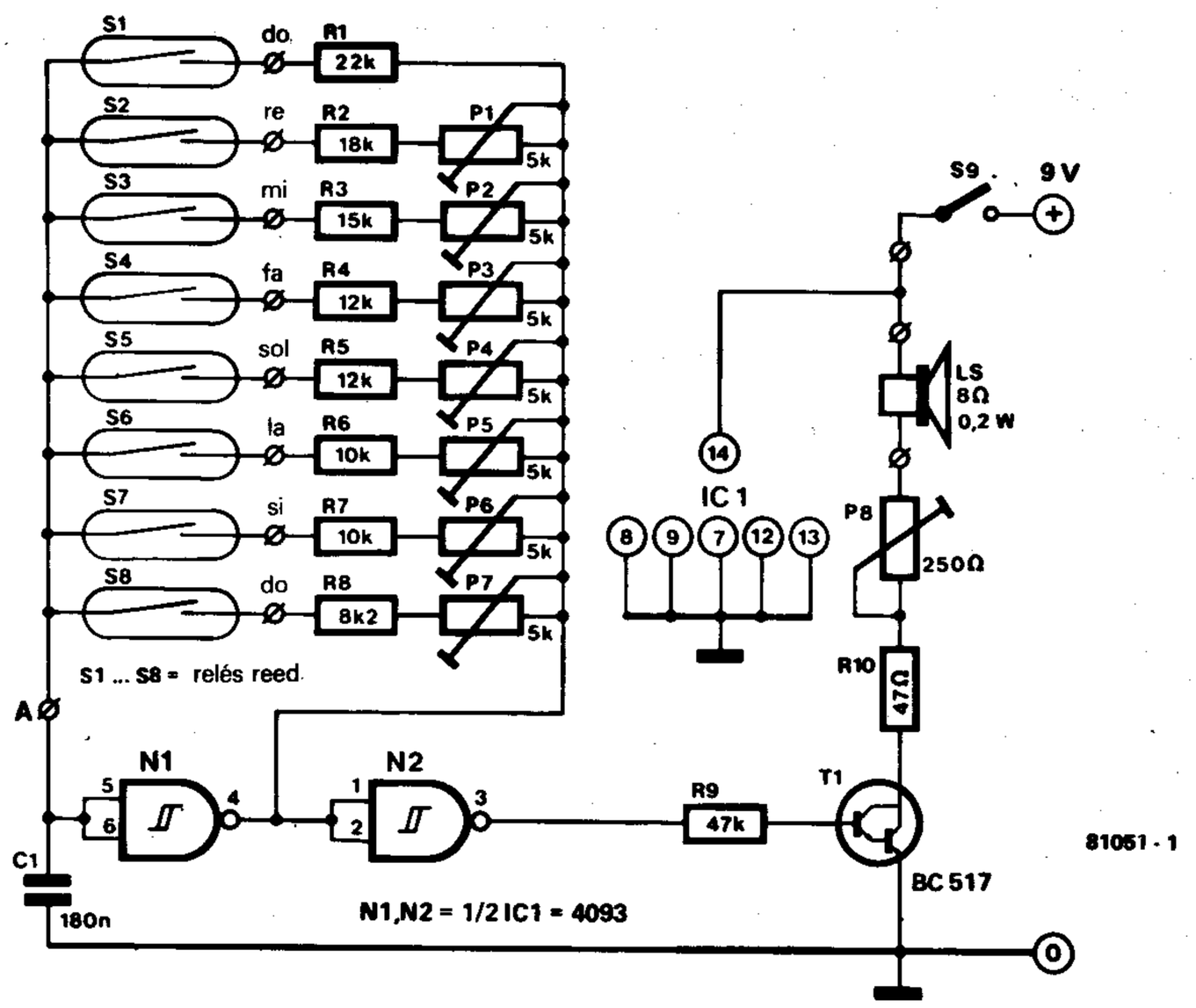



**Figura 1. Como puede verse, el circuito del xilófono es la simplicidad misma. Los potenciómetros P1... P7, facilitan el afinado del instrumento.**

**Lista de componentes**

Resistencias:
R1 = 22 k
R2 = 18 k
R3 = 15 k
R4,R5 = 12 k
R6,R7 = 10 k
R8 = 8k2
R9 = 47 k
R10 = 47 Ω
P1 . . . P7 = 5 k (4k7) Potenciómetro ajustable
P8 = 250 Ω Potenciómetro ajustable

Condensadores:
C1 = 180 n

Semiconductores:
T1 = BC 517
IC1 = 4093

Varios:
S1 . . . S8 = relés reed
S9 = interruptor unipolar
LS = altavoz de 8 Ω/0.2 W

2

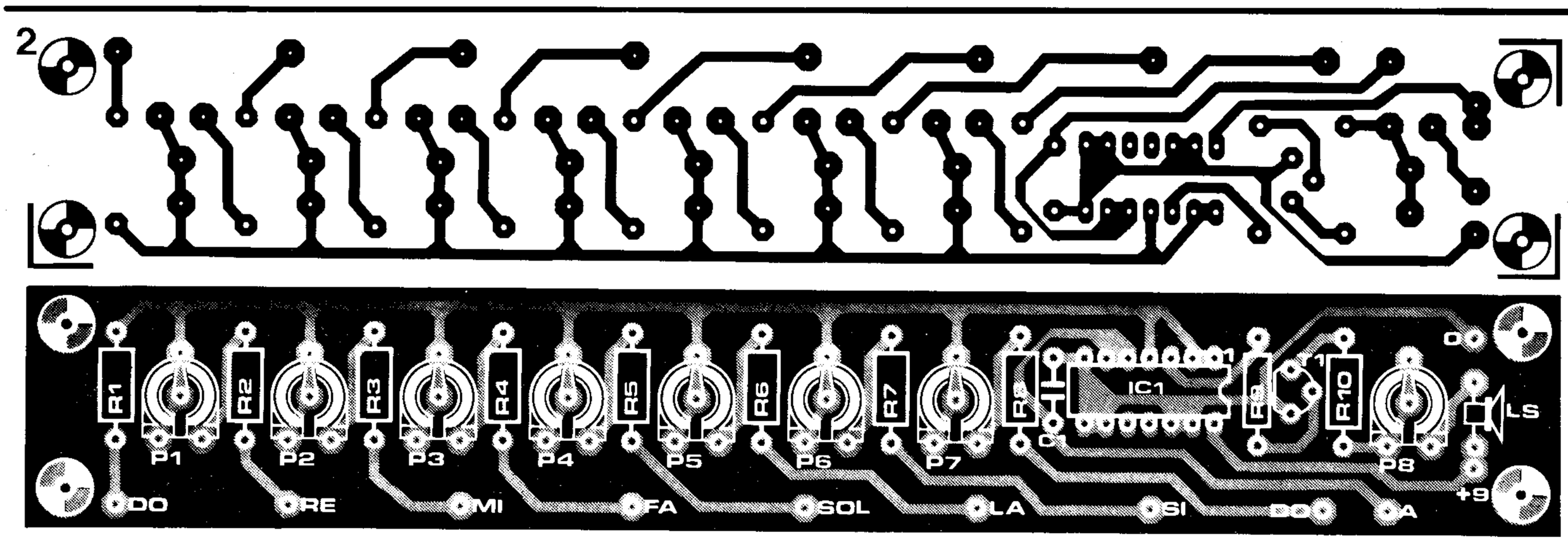



**Figura 2. Placa de circuito impreso y distribución de componentes del xilófono. Dependiendo del tamaño, los reed se montarán en línea, o en batería.**

# pin-pan-pum

## tiro al blanco

**Uno de los puestos más concurridos de toda feria suele ser la del pin-pan-pum. La electrónica permite recuperar este emocionante juego un poco olvidado por culpa de las máquinas tragaperras.**

Una de las atracciones feriales, que siempre ha gozado del favor del público, es el «tiro al blanco». El tirador, siempre rodeado de una muchedumbre, prueba su pericia contra unos inocentes muñecos, arrojándoles las típicas bolas de goma para intentar conseguir el preciado trofeo (generalmente una «maravillosa» muñeca) y los vítores de sus seguidores. Lamentablemente, este jovial ambiente, empieza a ser un recuerdo del pasado, por causa de las máquinas «tragaperras» y los modernos video-juegos, contra los que este sencillo juego parece un pobre sustituto. Sin embargo, es posible revivir este divertido juego, adaptándolo a los tiempos modernos, simplemente añadiendo algunos «toques» de tecnología actual; y efectivamente, éste es el propósito de este artículo.

¿Por qué la electrónica en un juego tan simple?, se preguntará el lector; hasta ahora ha dado buenos resultados tal como era. La respuesta es obvia; los gustos cambian y lo queramos o no, a todo le llega el relevo. La versión electrónica, es también de una gran sencillez, no requiere más que unas cuantas latas y algunos componentes de fácil adquisición.

Cada lata va provista de dos ojos (dos LEDs verdes) y una nariz (dos LEDs rojos). Los ojos se encienden individualmente, durante un cierto período de tiempo, secuencialmente. Aquí aparece la primera regla del juego; el jugador sólo puede lanzar la pelota (o similar) cuando la luz de los ojos está encendida. Si se acierta a una de las latas en este momento (LEDs rojos encendidos) éstos se apagarán, encendiéndose en su lugar los LEDs de la «nariz». Esto permite al jugador concentrarse en las latas que aún no han sido «tocadas».

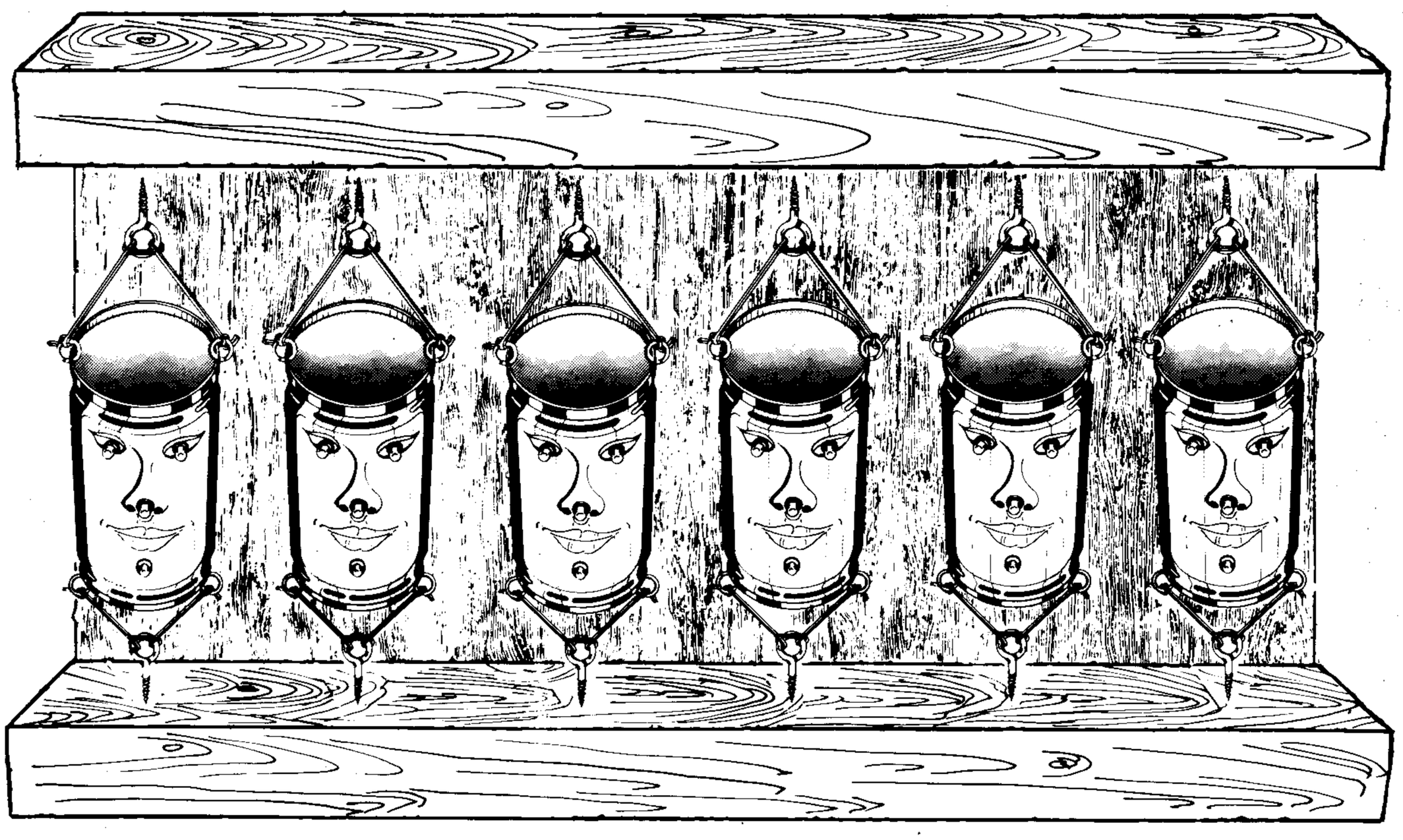
Una idea que puede hacer el juego más divertido es pintar (o pegar una fotografía) la cara de algún personaje conocido.

### Unas palabras sobre el montaje

Abordar el tema de la construcción antes que la descripción del circuito, es un hecho que puede parecer algo insólito a nuestros lectores, sin embargo esto queda justificado por la problemática, eminentemente práctica, que presenta el montaje.

La sujección de las latas se hará mediante bandas de goma y hembrillas, de forma que el conjunto posea una cierta libertad de movimientos. En las figuras 1 y 2 puede verse claramente esta disposición. Es necesario impedir que las latas giren sobre su eje, ya que esto haría el juego ciertamente incómodo (no se produciría el contacto con la placa metálica, de la que a continuación hablaremos). Una forma de evitar este fenómeno, es tomar tres puntos de sujección en lugar de dos, en las bases de las latas. Se deberán fijar seis placas metálicas en la madera frontal del armazón, justo detrás de cada lata y lo más cerca posible de éstas, de forma que permanezcan ocultas por las la-

1



81060-1

**Figura 1. Vista frontal del pin-pan-pum electrónico.**

2

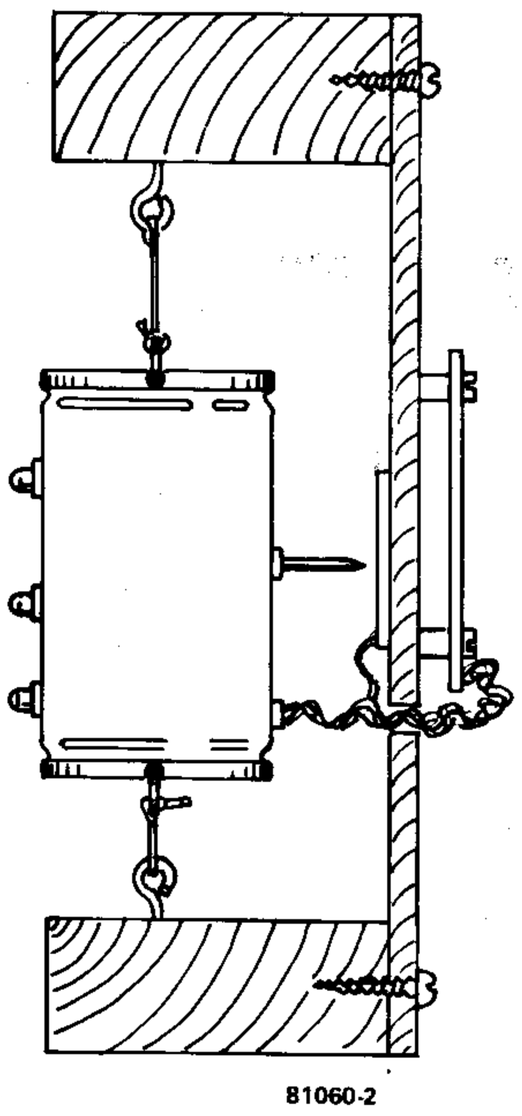



**Figura 2. Desde este ángulo, se apreciarán mejor algunos detalles mecánicos del montaje. Cada lata queda suspendida mediante gomas, de forma que al recibir el impacto se cierre el «interruptor» S1. La sujección debe impedir que la lata gire sobre su eje.**

tas desde el punto de tiro. Un material apropiado para la fabricación de dichas placas, es obviamente, las tarjetas de circuito impreso. Cada placa se conectará al positivo de la fuente de alimentación. En la parte posterior de cada lata se fijará un terminal (un tornillo, por ejemplo), de forma que su extremo diste unos 3 cm. de la placa metálica. Nótese que el terminal de cada lata debe quedar aislado del cuerpo de la misma.

Cuando un jugador acierta a golpear una lata en situación favorale (ojos encendidos) la lata se desplaza hacia atrás, cerrando el contacto entre el terminal y la placa metálica. Esto hace que se enciendan los LEDs de la nariz y se apaguen los de los ojos. Lógicamente, para evitar que las latas resulten dañadas al cabo de un cierto número de impactos, es aconsejable utilizar proyectiles de materiales ligeros (gomaespuma, por ejemplo) en vez de bolas de goma; en cualquier caso, no conviene lanzar las pelotas con demasiada fuerza (¡aunque se haya pintado la cara del inspector de hacienda!).

## Diagrama del circuito

Como puede verse en la figura 3, el circuito está dividido en dos secciones; la de la izquierda (A), es el circuito de detección de impactos, y la sección derecha (B) es el circuito generador de reloj y selector de latas. Veamos en primer lugar la sección A. De este circuito (detector de impactos) se construirán seis unidades que se colocarán dentro de cada lata. El circuito básicamente se compone de dos puertas AND formadas por las puertas NAND N1...N4. Suponiendo que las patillas 2 de N1, y 10 de N4 están a nivel alto y que el interruptor S1 está abierto, la salida de la primera puerta AND (patilla 6) estará a nivel bajo; de lo cual deducimos que la patilla 9 estará a nivel bajo, y que la salida de la segunda puerta (patilla 11) a nivel alto. En esta situación, el transistor T1 enciende los LEDs de los ojos, y en el circuito está listo para recibir el primer impacto. Cuando una lata es alcanzada por un proyectil, temporalmente se cierra el interruptor S1, con lo cual el nivel lógico en las entradas de la primera puerta AND (patillas 1 y 2) junto con la patilla 6 Salida, quedarán a nivel alto. Esto hace circular una corriente de disparo a través de la resistencia R1 que pone en conducción al tiristor, encendiendo los LEDs de la nariz. Al mismo tiempo, esta señal de disparo, hace que el transistor T1 apague los LEDs de los ojos. Esta situación se mantiene (indicador de «tocado» encendido) hasta que se pulsa el interruptor de puesta a cero S2, el cual hace comenzar el juego nuevamente.

La sección B del circuito, aporta un nuevo aliciente al juego, que lo hace más interesante. La función de esta parte del circuito es encender los LEDs de los ojos (secuencialmente) durante un cierto tiempo en cada lata. El generador de reloj (que proporciona la señal de cuenta para IC2) se ha montado en torno a IC3, un 555 que trabaja como multivibrador astable. La duración del período puede variarse mediante los potenciómetros ajustables R9 y R11 (R9 regula el tiempo de encendido de los ojos, y R11 el intervalo entre impulsos). La salida del 555 (patilla 3) se envía a la entrada de reloj de 4017 (contador de décadas). Sólo se emplearán seis de las diez salidas que posee el circuito contador, una para cada lata. Como es lógico, también se pueden utilizar todas las salidas de este integrado conectando una lata a cada una de ellas. Cada salida del contador, se conectará a las entradas de las dos puertas AND del circuito detector de impactos (patillas 2 y 9 de la sección A). Esto hace que el blanco vaya cambiando de una lata a otra, siguiendo la frecuencia de reloj. El orden de conexión de las latas a las salidas de contador es diferente, pero de tiempo en tiempo es aconsejable cambiarlo, para aumentar la dificultad y por tanto el interés del juego.

3

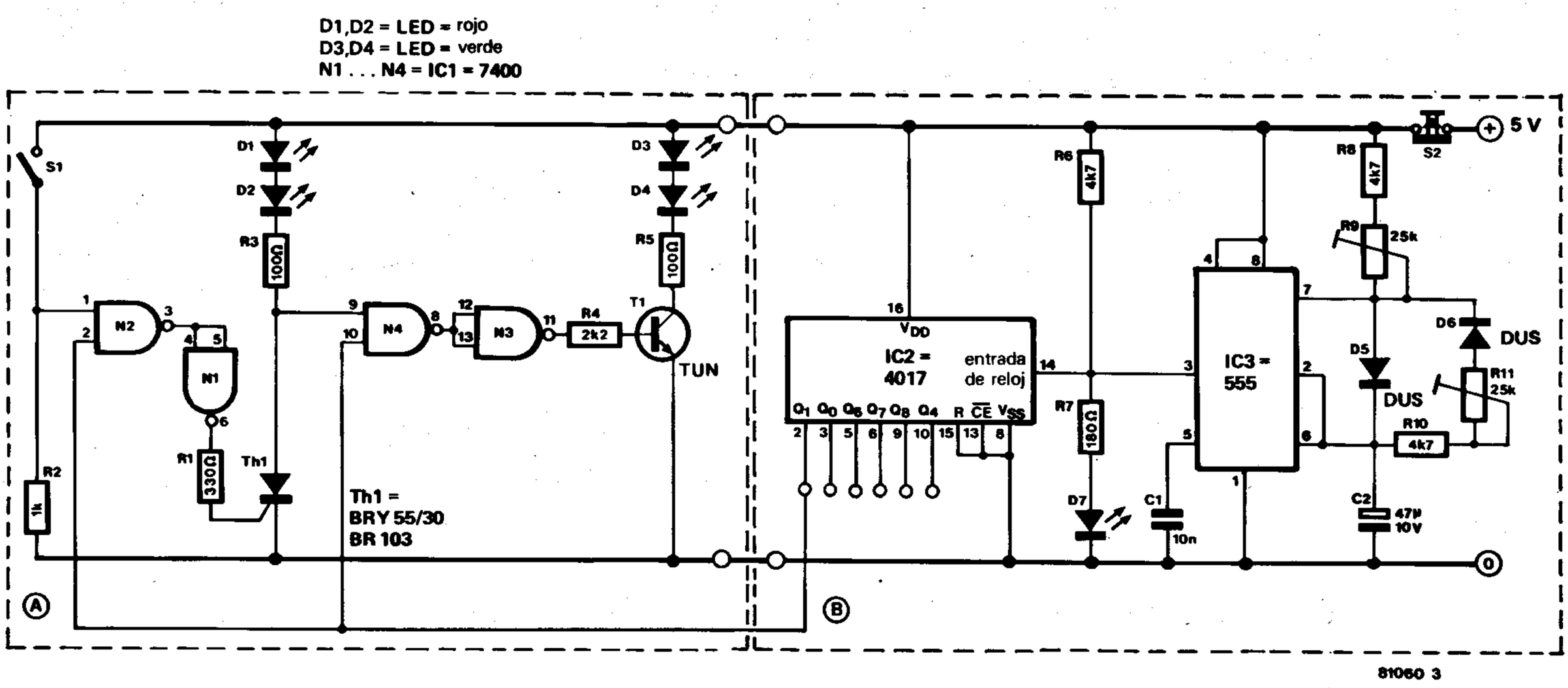



**Figura 3. Cada circuito se compone de dos secciones: el circuito de detección de impactos (A) y el de selección de blancos (B).**

# ¡vacíe la lata!

**R. de Boer**

Este es un juego de dos participantes, para jugar en el exterior. Ambos jugadores disponen de una botella llena de agua y una pelota. El objeto del juego es lanzar la pelota contra la botella del contrario, de manera que esta vaya perdiendo su contenido poco a poco. El jugador que antes consiga vaciar la botella del contrario será el ganador. Este es un divertido juego, aunque es preciso reconocer que resulta un poco húmedo para estas fechas.

Haciendo uso de la tecnología electrónica, el autor de este artículo nos brinda la oportunidad de jugar (en versión «seca») a este interesante juego sin necesidad de acabar como una «sopa». En lugar de una botella con agua, en la versión electrónica se utiliza una lata, en la que se introducen bolas de rodamiento (por ejemplo) para que al golpearla haga ruido (y por supuesto el circuito electrónico). Imitando al juego real, al cabo de un cierto número de impactos, la lata dará por terminado el juego (una de las latas ha quedado «vacía») emitiendo un sonido intermitente.

## El circuito

En el interior de la lata se montará el altavoz (2,5 pulgadas), una batería miniatura de 9V, y una pequeña placa de circuito impreso, del que más adelante hablaremos. La lata además, deberá incluir un interruptor que cierre su contacto cada vez que ésta sea alcanzada o derribada. Este interruptor se hará con un trozo de cable, al que se le unirá un contrapeso metálico de forma que al recibir un impacto, éste toque a las paredes de la lata, es decir, uno de los polos del interruptor será la propia lata, y el otro el péndulo. En la figura 1 se muestra un diagrama esquemático de la colocación del péndulo. Al recibir un impacto, el péndulo oscila y hace contacto con las paredes de la lata. En este momento el oscilador formado por N4, C3 y R3 se dispara. El sonido generado es amplificado por el transistor T1 hasta el nivel adecuado para atacar al altavoz.

Cuando se da tensión al circuito, el condensador C1 comienza a cargarse a través del potenciómetro ajustable P1 y del diodo D3. Al cabo de unos cuantos impactos (el péndulo toca las paredes), la tensión en bornas del condensador C1 alcanza el nivel alto, y a través de las puertas N1 y N2 dispara el oscilador formado en torno a N3, cuya frecuencia es de 3 Hz. Al poner la lata en posición vertical, el oscilador N4 (que ha estado activo durante el tiempo que la lata permanece caída) será modulado por la señal de 3 Hz, indicando con un tono intermitente que el juego ha terminado y que el jugador contrario es el vencedor. La duración aproximada del juego se ajustará con el potenciómetro P1. S1 actúa como interruptor de puesta a cero, haciendo que C1 se descargue rápidamente, es decir, *llena la lata de agua*. Este interruptor, se montará en la parte superior de la lata, para evitar que una caída fortuita cierre el contacto. Si el blanco resultase demasiado pequeño, se montará otra lata encima de la anterior.

1

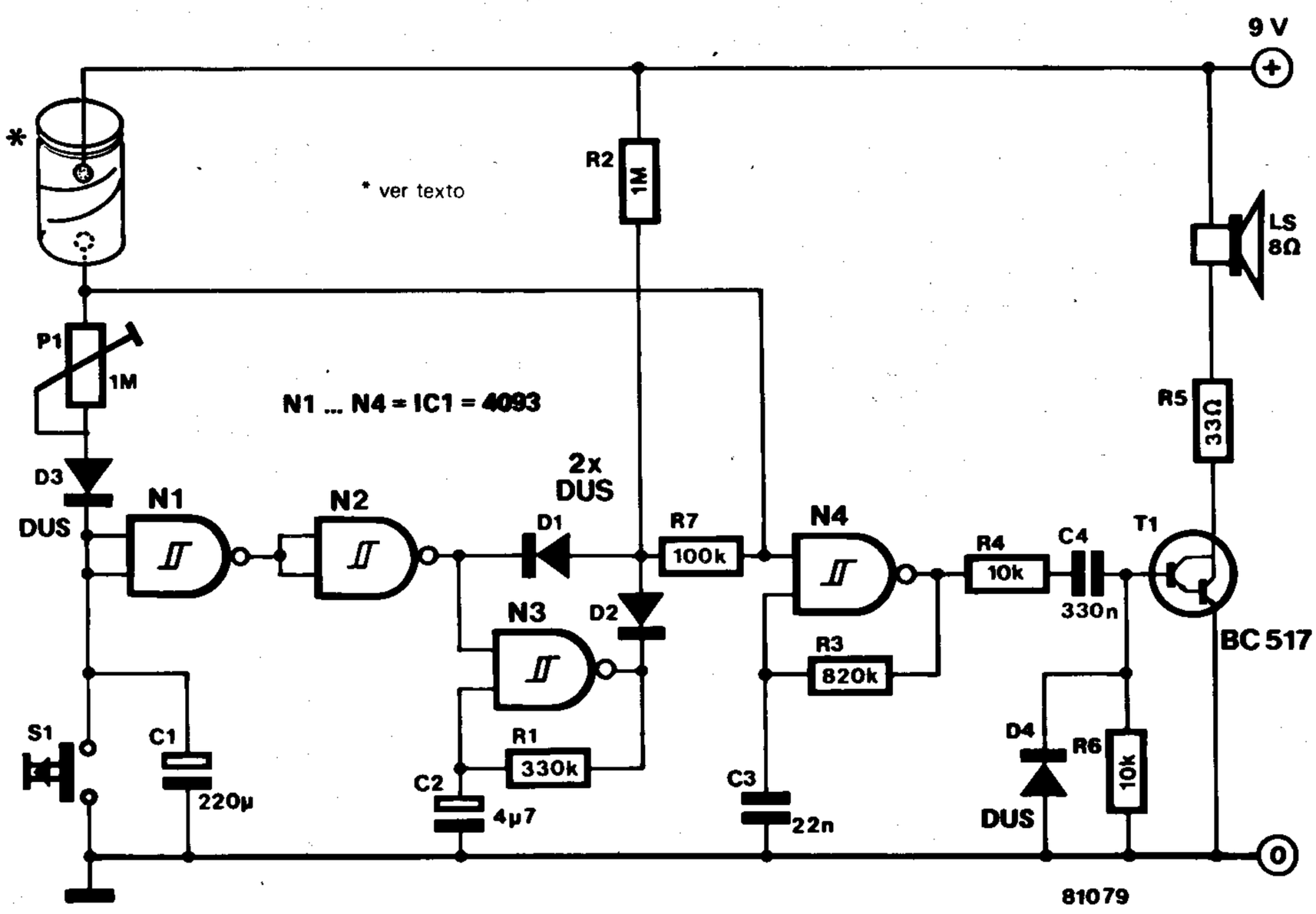



**Figura 1. Este circuito electrónico, junto con el péndulo, el altavoz y la batería se montarán en el interior de la lata. El interior de esta última no debe estar aislado.**

# medidor de humedad para el jardín

**Esta seguramente será una útil herramienta para los entusiastas de la jardinería. El circuito, sencillo de utilizar (indicación mediante LEDs) y barato, además puede utilizarse en cualquier parte, incluso en las macetas.**

**W. Holdinghausen**

1

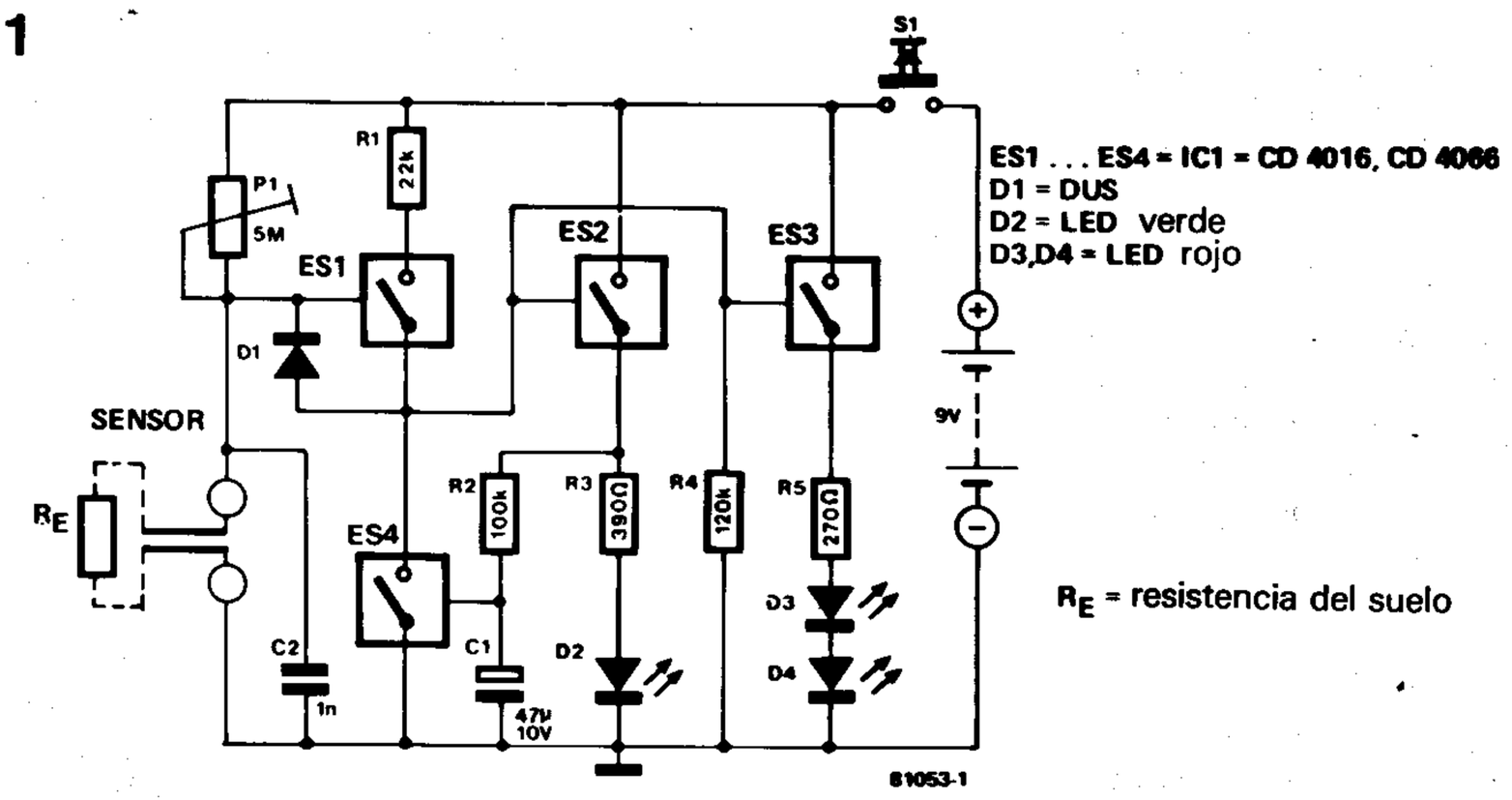



**Figura 1. Circuito electrónico del medidor de humedad. Cuando la humedad del suelo está por debajo del nivel preajustado, los LEDs comienzan a parpadear.**

2

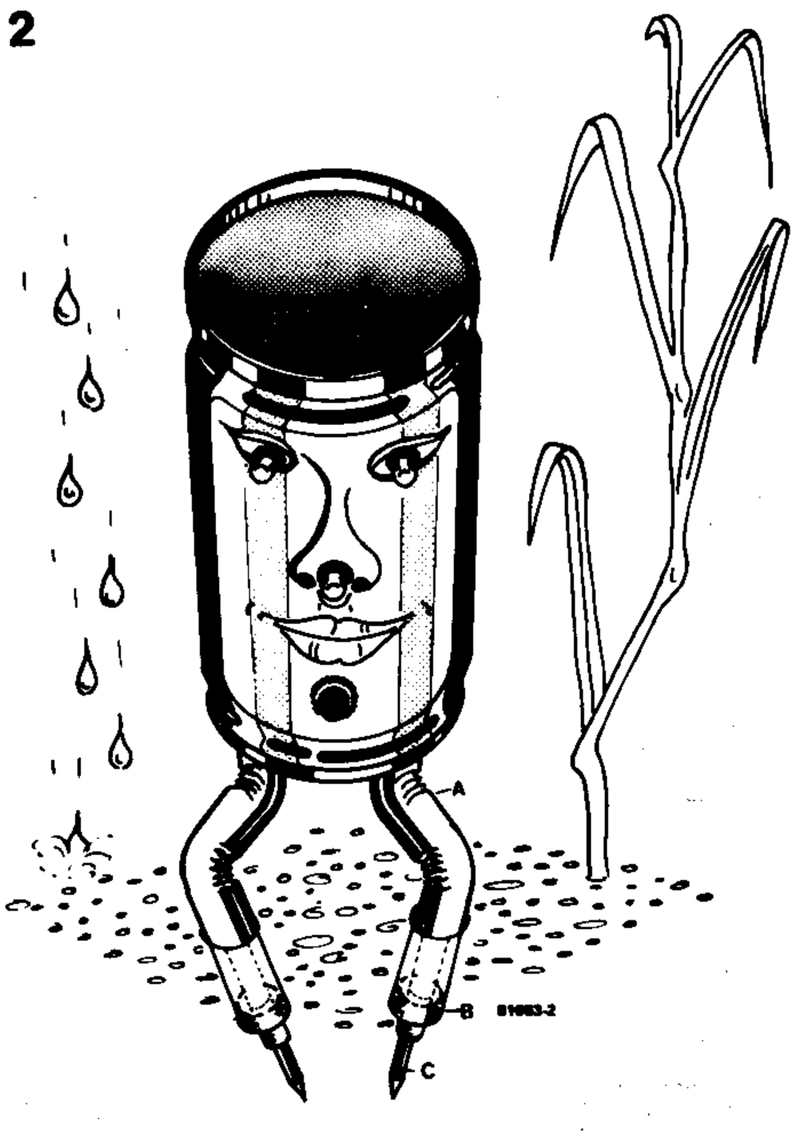



**Figura 2. Aspecto exterior del medidor de humedad. Para que las medidas sean fiables, las puntas de prueba deben permanecer siempre a la misma distancia.**

¿Se le secan las plantas del jardín, ¿sí?, no se preocupe, le pasa a casi todo el mundo. En la Edad Media estos fenómenos eran atribuidos a duendes y espíritus, que los enemigos del «embrujado» enviaban para causarle la ruina. Actualmente se han superado estas supercherías y sólo nos producen comentarios irónicos el pensar que tales situaciones hayan podido ocurrir en la realidad, sin embargo, y a pesar de nuestra avanzada tecnología, ¡se nos siguen secando las plantas! (¿existirán de verdad los duendes?).

La cuestión, creemos, es muy diferente. Las plantas, son seres vivos, y como tales necesitan sus cuidados (algunas de ellas incluso hay que regarlas, ¿lo sabía?). En conclusión, y aunque no somos expertos en la materia, nos atrevemos a asegurar que no son los duendes los responsables de la morbilidad de nuestras plantas; nosotros lo achacamos a otras causas (no miramos a nadie, pero parece que el curso de jardinería por correspondencia no ha dado los *frutos* esperados).

La utilización de las latas con fines decorativos, no es una idea nueva. Ya en los años sesenta, Andy Warhol alcanzó gran *fama* con una idea similar a esta. Para el propósito de este artículo, la lata es ideal: es a prueba de agua, de fácil obtención (vale cualquiera) y sobre todo es barata. El único trabajo extra que requiere, es vaciarla (y si encuentra algún problema, no dude en acudir al servicio técnico de ELEKTOR).

Nuestra lata contiene un circuito electrónico diseñado para medir la humedad de la capa superior del suelo. La indicación de la misma se hace mediante LEDs, lo cual nos permitirá conocer de un solo vistazo la situación higrométrica de nuestro jardín, y sobre todo nos recordará que es necesario regarlas. Pero no acaban aquí las prestaciones del medidor de humedad; si lo pinta con colores llamativos (y el dibujo adecuado) también lo podrá utilizar como espantapáraros; y aún más, si le incluye alguno de los generadores de sonido publicados por ELEKTOR (en este número hay varios), el efecto puede ser demoledor (¡quizá demasiado!).

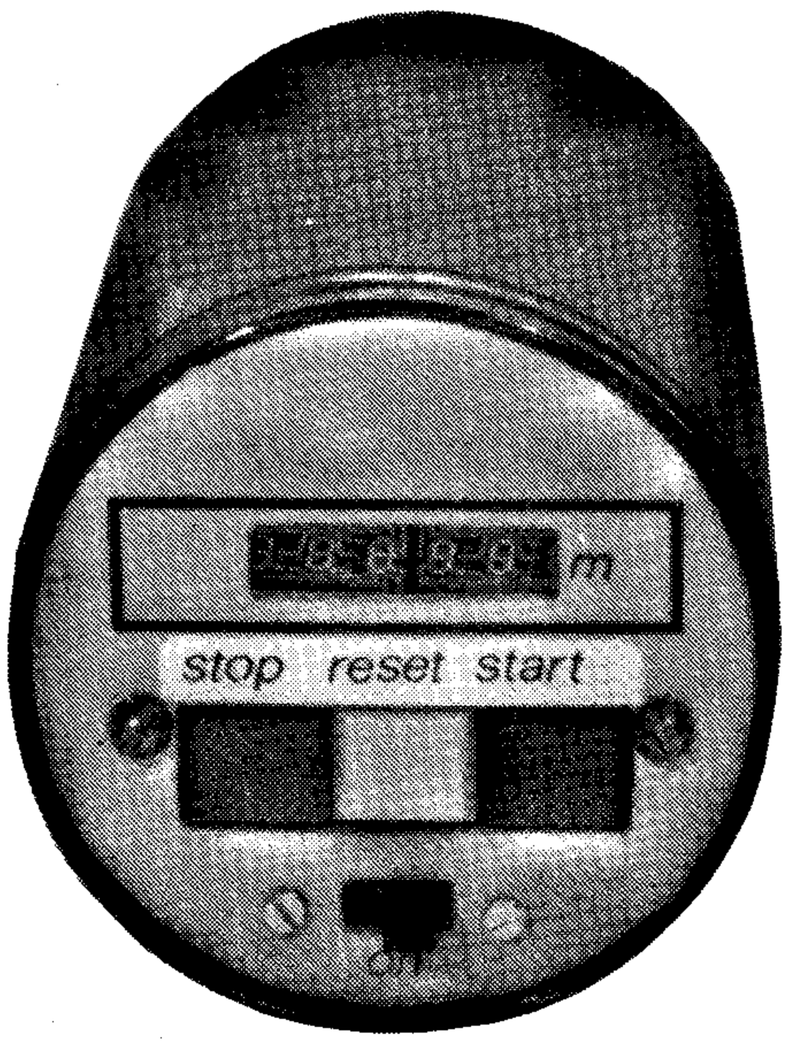
## Circuito electrónico

El corazón del medidor de humedad es un interruptor (electrónico) analógico. La resistencia $R_E$, que figura en el circuito entre las puntas del sensor, representa la resistencia ofrecida por el suelo, y su valor depende de la cantidad de agua que éste contiene, es decir de su humedad. El potenciómetro P1 junto con la resistencia $R_E$, constituyen un divisor de tensión cuya salida ataca al terminal de control del interruptor CMOS ES1.

A medida que el suelo va perdiendo humedad, el valor de la resistencia $R_E$ aumenta proporcionalmente, de forma que la tensión en la patilla de control de ES1 aumenta también. Cuando ésta alcanza los dos tercios de la tensión de alimentación, ES1 se cierra, quedando en esta situación gracias al efecto de «memoria» que D1 aplica al circuito. En este mismo momento, ES2 y ES3 se cierran encendiendo los LEDs D2...D4. El condensador C1 se cargará a través de ES2 y R2, aproximadamente a una tensión de 6V. Una vez alcanzado este nivel el interruptor ES4 se cierra, llevando a masa los terminales de control de ES2 y ES3 hasta que C1 se descarga completamente (a través de R2, R3 y D2). Todo esto, hace que los LEDs se enciendan intermitentemente a una frecuencia de tres Hercios aproximadamente.

Al regar nuevamente el jardín, el incremento de la humedad del suelo hace que la resistencia $R_E$ disminuya, y por tanto el interruptor ES1 se abre. El umbral de humedad mínimo, al cual el circuito dispara la señal luminosa, es ajustable mediante el potenciómetro P1. El nivel correcto depende principalmente del tipo de suelo y de la distancia entre las puntas de medida (también de la longitud de éstas que se haya introducido en el suelo). El ajuste del circuito se debera hacer experimentalmente, ya que como se dijo anteriormente, las condiciones varían ampliamente de un sitio a otro. El interruptor S1 pone en marcha el circuito, mostrando el estado del suelo (seco o húmedo).

Como indicación diremos que una resistencia de 1 ó 2 K puede ser suficiente para mantener el jardín en óptimas condiciones, aunque como hemos dicho anteriormente, estas medidas están sujetas a las restricciones de cada suelo en particular.




# latómetro

S. Heilmann

**Utilizando una lata y algunas de las propiedades de la circunferencia, se puede construir un «metro» electrónico de elevadas prestaciones.**
**La distancia medida (o rodada) se indica en un visualizador de cuatro dígitos, cuya máxima lectura es de 99,99 metros.**

Una distancia, básicamente, puede medirse de tres formas diferentes: con una regla, con una cinta métrica, o electrónicamente. Los dos primeros métodos (en largas distancias), no proporcionan demasiada precisión y además, requieren mucho tiempo; el tercero es rápido y exacto, sin embargo, presenta un pequeño defecto ¡es demasiado caro!
Una cuarta posibilidad, no citada hasta ahora, es el «Latómetro», cuya precisión, precio y sencillez son sus características más notables. De hecho, este montaje no es más que un «metro» electrónico, encapsulado en una lata, que indica la distancia medida en un visualizador digital.
El principio básico del circuito es sorprendentemente sencillo: cuando un cilindro rueda a lo largo de una superficie, la distancia cubierta en una revolución es exactamente la longitud de la circunferencia (del cilindro). Si conocemos el diámetro de la circunferencia (o de la lata) podremos averiguar fácilmente la distancia «rodada» por la lata en un cierto número de revoluciones. Por tanto, el circuito electrónico de nuestro montaje, ha de poder realizar unas funciones claramente definidas, que son: registrar el número de vueltas, calcular la distancia y visualizar el resultado. Afortunadamente nuestro sistema prescinde enteramente de los cálculos matemáticos, electrónicamente hablando (esto no significa que no se realicen por otro método), lo cual hace al circuito mucho más sencillo.
El diámetro de una lata común (330 $cm^3$) es aproximadamente 65.8 mm., que pueden aumentarse a 66,8 mm., añadiendo una capa de cinta aislante alrededor de la lata. Esto nos proporcionará una circunferencia exterior de 21 cm. (este número nos facilitará las medidas). Para hallar la distancia recorrida por la lata, ésta dispone de un disco dividido en 21 sectores idénticos. Cada segmento se subdivide a su vez en una sección opaca (en negro) y otra transparente. El disco, que puede girar libremente alrededor de su eje, lleva adosado en la periferia un contrapeso de plomo (o cualquier otro material pesado), de forma que al hacer rodar la lata, el disco (que se encuentra dentro) quede inmóvil, con la parte del contrapeso mirando siempre a la arista de la lata que esté haciendo contacto con la superficie de rodadura (suponiendo que ésta es paralela al suelo). Es decir, si introdujéramos un observador en el interior de la lata (cuando ésta está en movimiento), éste vería girar al disco en sentido contrario al de la lata, debido a que el contrapeso mantiene al disco inmóvil con respecto al suelo.
Teniendo en cuenta esto que acabamos de decir, si colocamos un LED y un fototransistor a ambos lados del disco, éste último generará un impulso cada vez que una sección transparente pase ante él, o sea, cada vez que el LED ilumine el fototransistor. Como el disco tiene 21 divisiones (dobles) y la longitud de la circunferencia de la lata es de 21 cm., no es necesario ser un genio matemático para ver que cada impulso del fototransistor corresponderá a 1 cm. de la distancia lineal recorrida por la lata.
Como ya habrá supuesto el lector, la lata gira con todo su contenido dentro (circuito, visualizador, baterías, etc.) mientras que el disco permanece inmóvil.

## Circuito

El circuito electrónico del «latómetro» se muestra en la figura 1. El foto-detector mencionado anteriormente está compuesto por el diodo LED D2 y el fotodarlington T2. Cada vez que la luz del LED pasa a través de las secciones transparentes del disco, el fototransistor generará un impulso. Esta señal se lleva a la entrada de un trigger schmitt (N1) que tiene como misión transformar estos impulsos en una onda cuadrada (o sea, acondiciona la señal). La salida del trigger schmitt se lleva a la entrada de reloj de IC2 (un contador) a través de la puerta N2. Como puede verse en el circuito, dichos impulsos sólo llegarán a la entrada de reloj,si el flip-flop (formado por N3 y N4) pone anivel alto la segunda entrada de la puerta N2 (patilla 8). En otras palabras, después de pulsar el botón de «puesta en marcha», S2. Si a continuación pulsamos el botón de «parada», nuevamente interrumpiremos la llegada de los pulsos a la entrada de reloj, con lo cual se detendrá la cuenta, apareciendo en el visualizador la distancia recorrida hasta este momento. Resumiendo, sólo entrará en funcionamiento el contador cuando se pulse el botón de puesta en marcha y la lata se ponga a girar. Para realizar una nueva medida, se ponen a cero los dígitos del visualizador mediante el pulsador S4 («puesta a cero»).
Todas las funciones requeridas para procesar la señal de cuenta (circuito de contador, decodificador y multiplexor, control del visualizador) están contenidos en IC2, el cual trabaja con visualizadores de cátodo común. El punto decimal Dp2 se emplea para distinguir los metros de los centímetros.
IC2 requiere una fuente de alimentación estabilizada de 5V, aunque puede trabajar perfectamente con tensiones algo inferiores. En nuestro caso se ha elegido una tensión algo superior a 4V (suministrada por tres baterías de 1,5V conectadas en serie). Si no se va a usar el aparato con mucha frecuencia, también se puede alimentar con una pila miniatura de 9V. Para mantener la disipación del circuito en el mínimo posible, se ha incluido un pequeño estabilizador de tensión a base de un transistor de germanio. El circuito sólo posee un punto de ajuste: el potenciómetro P1, que varía la sensibilidad del fototransistor.

## Construcción

El circuito electrónico se montará en las placas que se muestran en las figuras 2 y 3. La placa del visualizador se monta formando ángulo recto con la placa del contador después de haber hecho las correspondientes conexiones (puntos A...G, Dp, y 3...6). El eje de giro para el disco «segmentado», se montará en la placa de circuito impreso, sobre la línea de trazos marcada en la misma. Con la ayuda de una segueta, practicaremos una abertura rectangular alargada en la placa de circuito impreso como se muestra en la figura 4. Esto es imprescindible para poder colocar correctamente el disco entre el LED y el fototransistor.

1

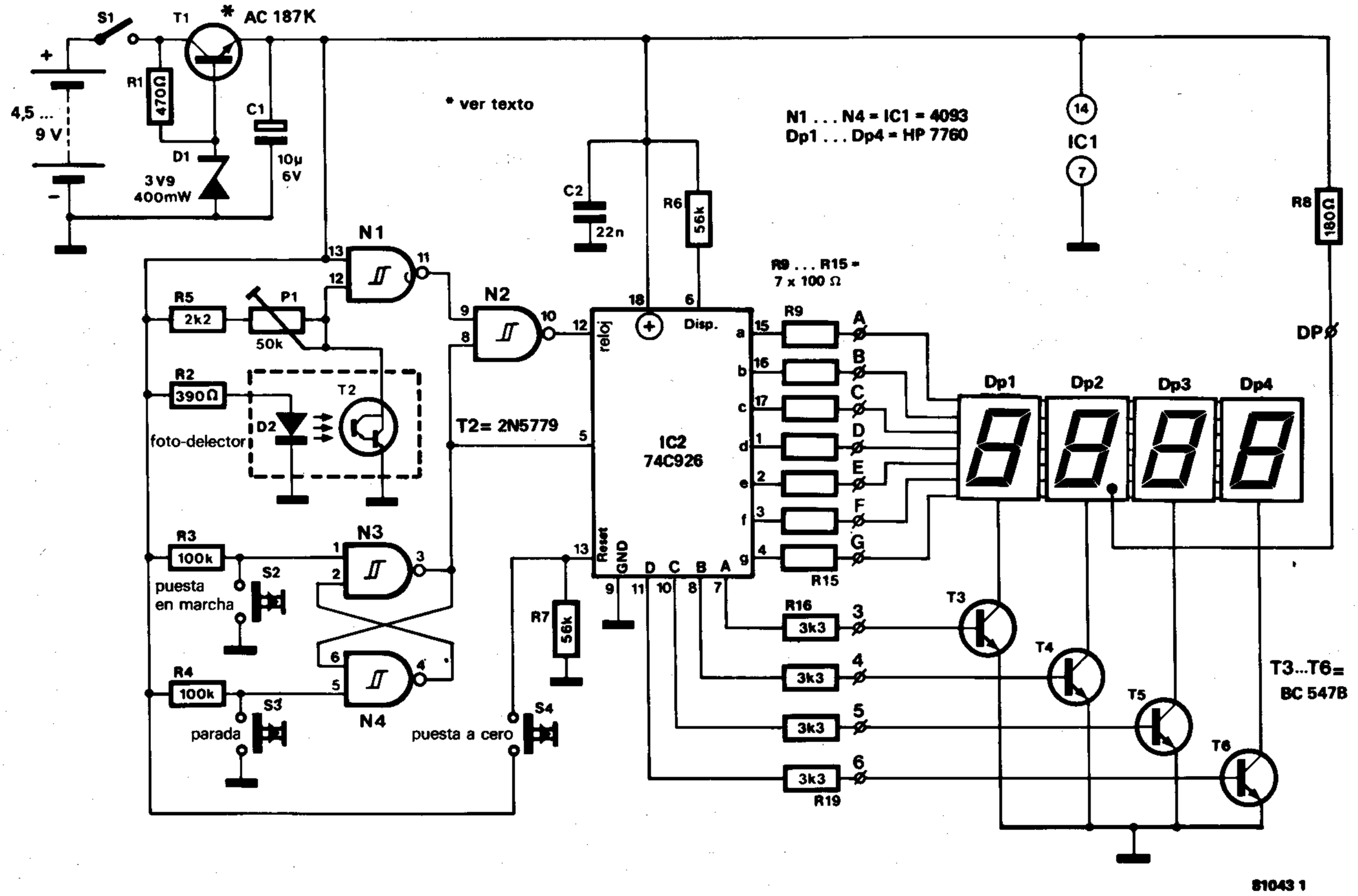
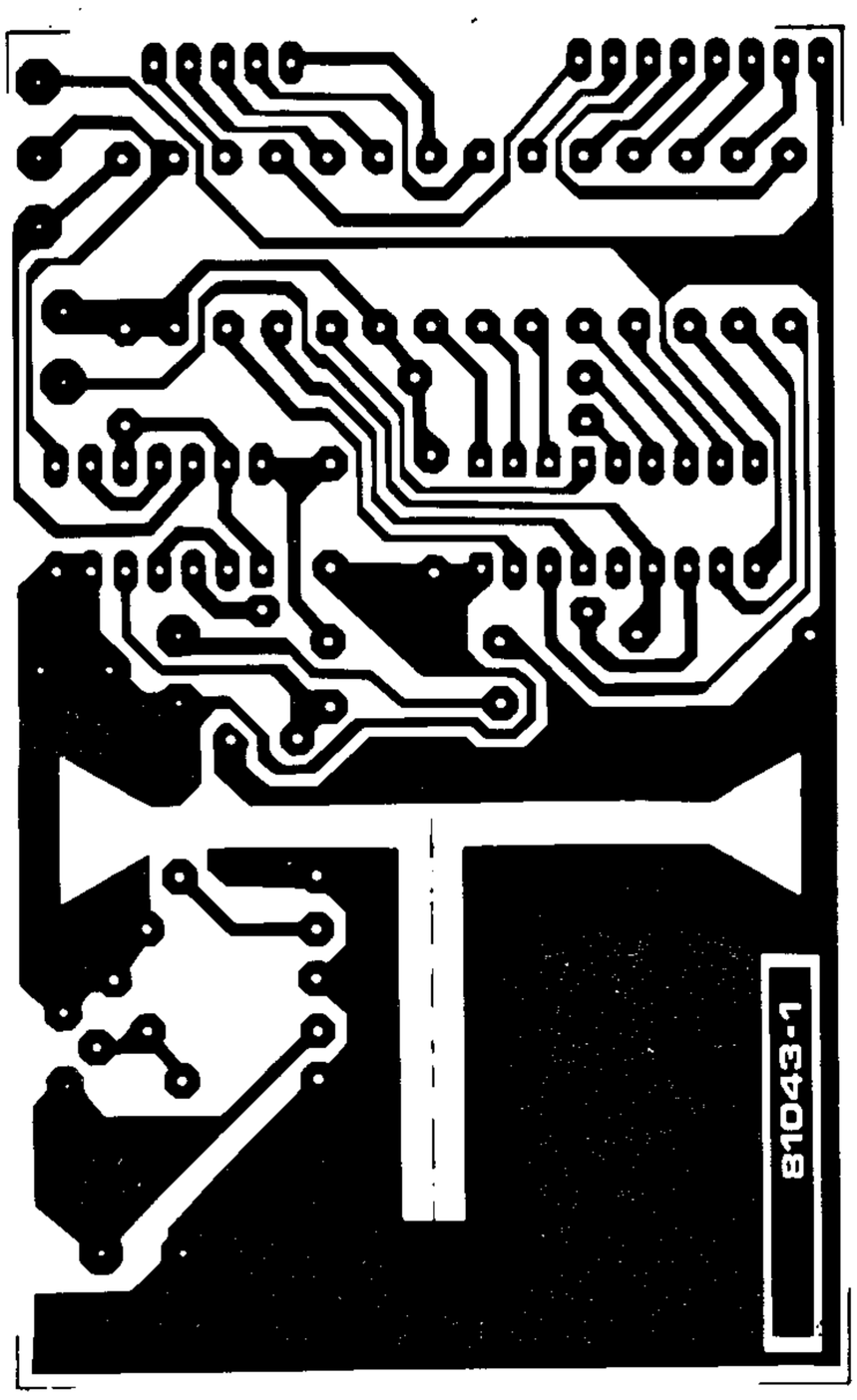



**Figura 1. Circuito completo del medidor de distancias por rodadura.**

2



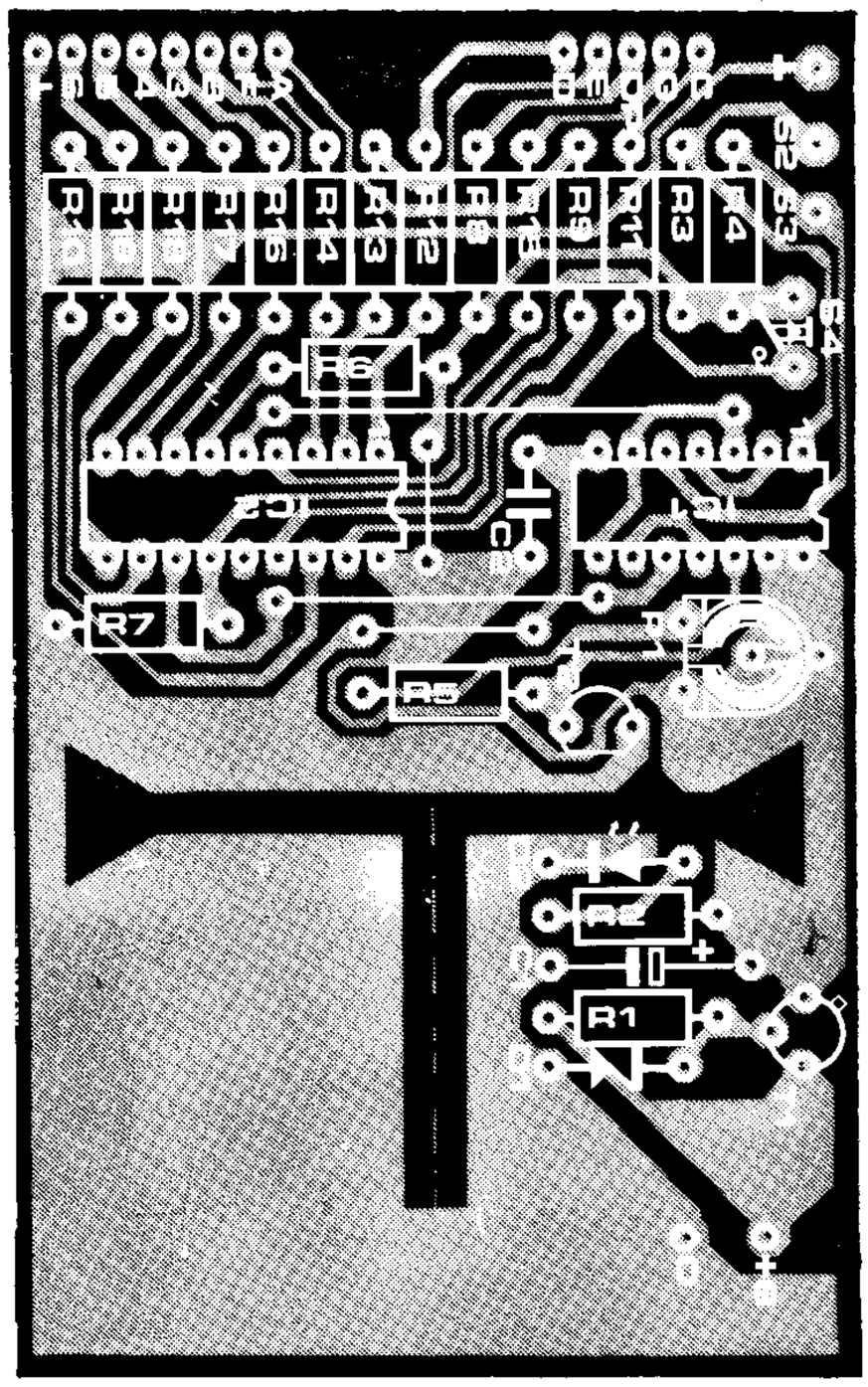
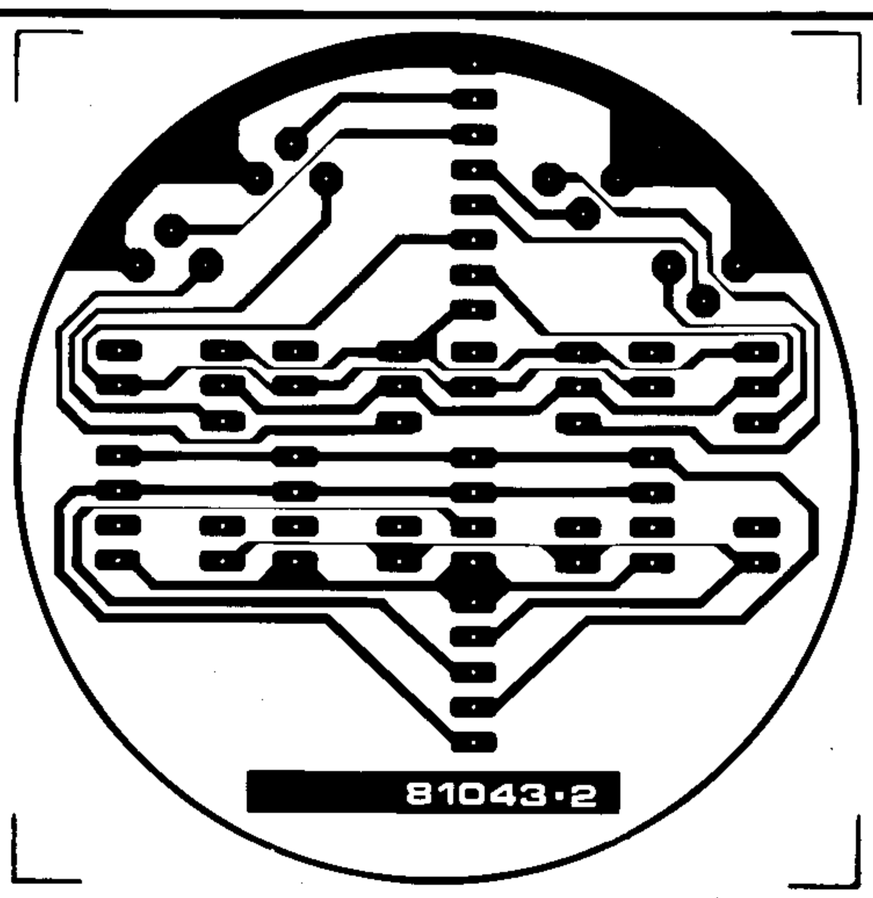




**Figura 2. Placa de circuito impreso y disposición de componentes del circuito principal. Se ha previsto en la placa sitio suficiente para montar el disco de segmentos y su eje.**

3



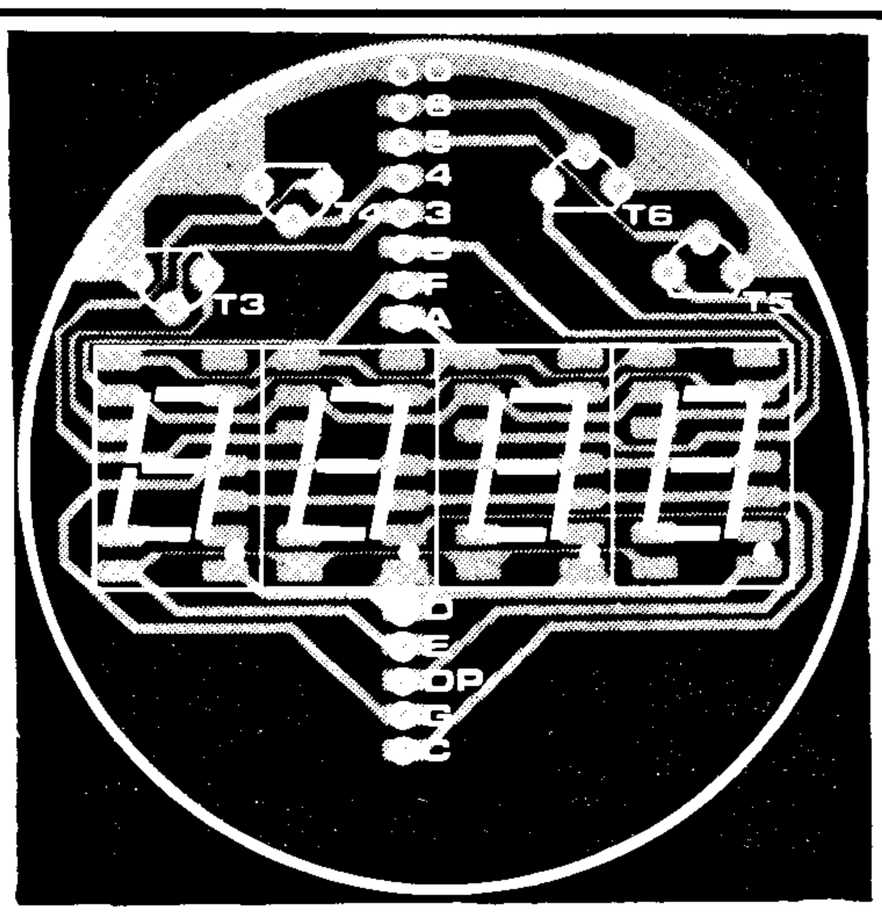




**Figura 3. Placa de circuito impreso y disposición de componentes para el visualizador.**

**Lista de componentes**

Resistencias:
R1 = 470 Ω
R2 = 390 Ω
R3,R4 = 100 k
R5 = 2k2
R6,R7 = 56 k
R8 = 180 Ω
R9 . . . R15 = 100 Ω
R16 . . . R19 = 3k3
P1 = 50 k potenciómetro ajustable

Condensadores:
C1 = 10 µ/6 V
C2 = 22 n

Semiconductores:
T1 = AC 187K
T2 = 2N5779 o equivalente
T3 . . . T6 = BC 547B, BC 107
D1 = cener de 3V9,400 mW
D2 = LED rojo
IC1 = 4093
IC2 = 74C926, 74C928
Dp1 . . . Dp4 = HP 7760

Varios:
S1 = interruptor
S2,S3,S4 = pulsador

4

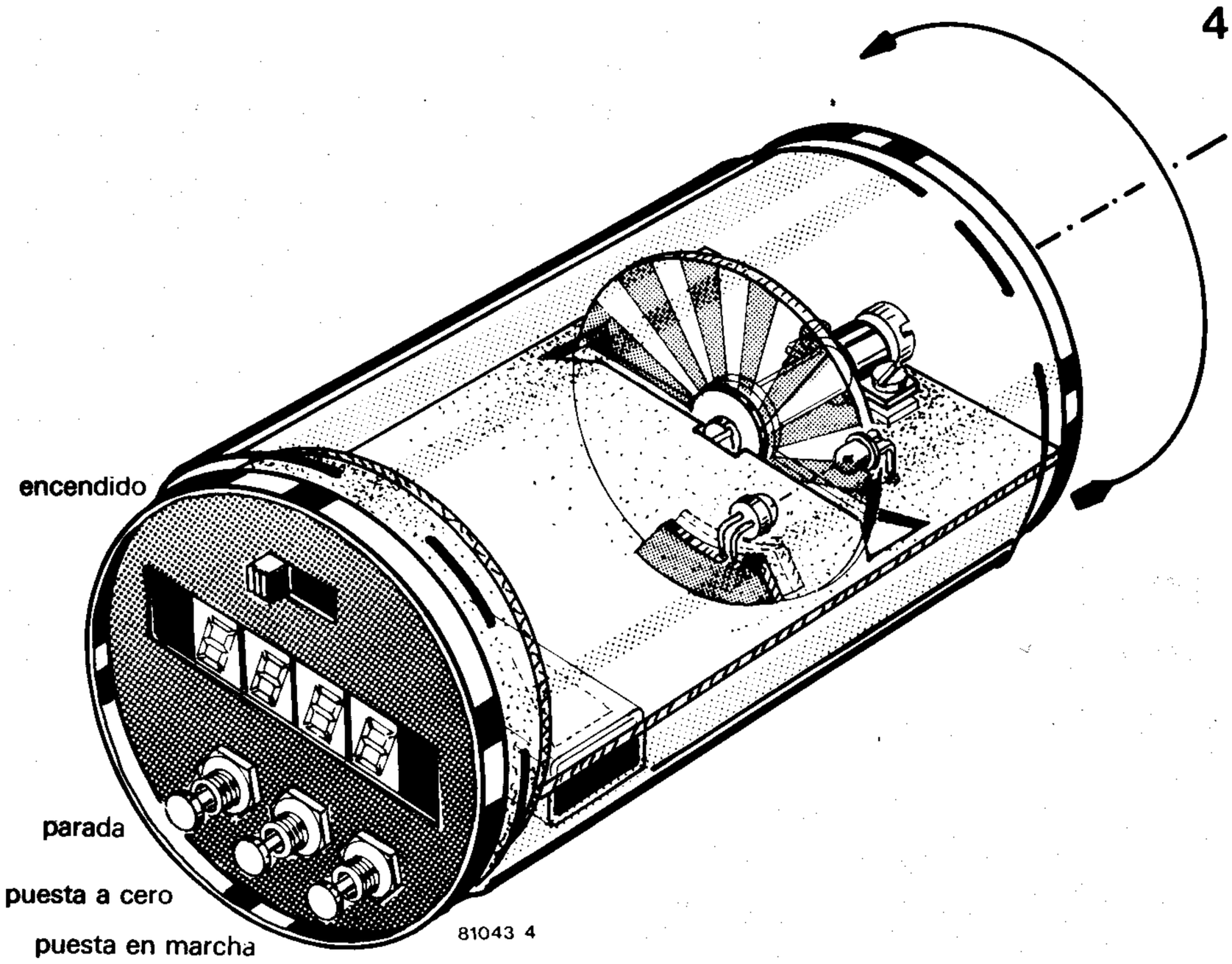



**Figura 4. Construcción y distribución mecánica de la unidad.**

5

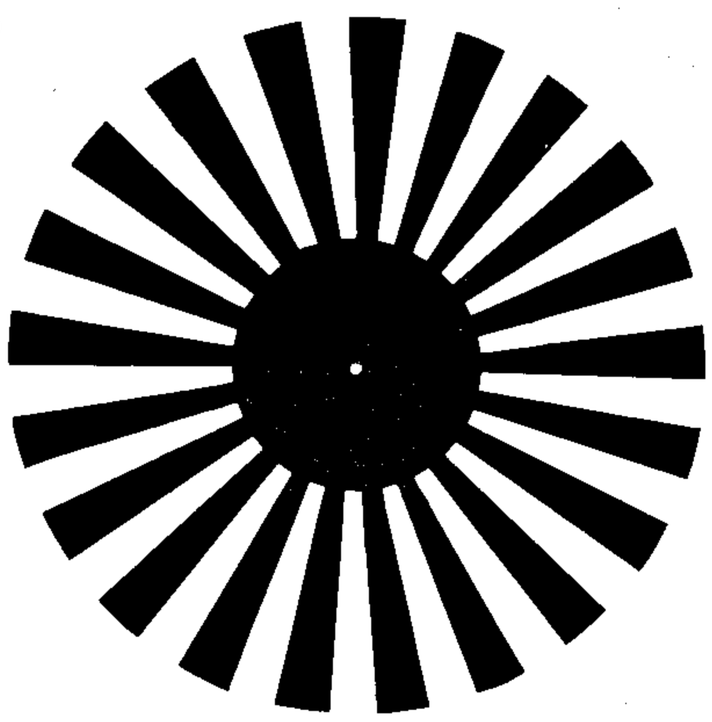


**Figura 5. Disco de segmentos. Este dibujo se recortará cuidadosamente con unas tijeras, y se pegará en un disco transparente del mismo diámetro.**

El disco de segmentos, se muestra en la figura 5 a tamaño natural. Este se recortará con gran cuidado y se pegará en una placa circular transparente del mismo diámetro que el disco. El contrapeso de plomo se fijará en el borde del disco, de forma que este pueda girar sin dificultad (es decir que pase por las aberturas triangulares) una vez montado en su eje. Antes de ensamblar completamente el montaje, se ajustará el potenciómetro P1 de forma que el visualizador se incremente una unidad cada vez que un segmento del disco pase a través del rayo de luz (¡por supuesto, siempre que se haya pulsado S2!).
La única condición que debe cumplir la lata, es la de no tener ninguna ranura u orificio por el que pueda penetrar la luz exterior; esto es obvio, ya que de lo contrario podría dispararse el fototransistor y producir lecturas erróneas. Un último consejo: el eje del disco, deberá estar en línea con el eje de la lata.

## Funcionamiento

Las aplicaciones de este montaje, creemos, son suficientemente claras como para no tener que añadir nada más sobre el tema. El modo de operación es el siguiente:

* Cerrar el interruptor de alimentación S1.

* Colocar el «latómetro» en el punto inicial de la distancia a medir, y pulsar el botón de «puesta en marcha».

* Comience a rodar la lata lo más suave y uniformemente posible hasta el final de la distancia a medir. Llegados a este punto se pulsará el botón de «parada» y se leerá la distancia en el visualizador.

* Téngase en cuenta, que la unidad sólo trabaja correctamente, cuando la medida se ha hecho girando la lata en una sola dirección (no importa cuál). Si en medio de una medida se invierte la posición de la lata, la lectura será incorrecta.

* En recorridos largos o difíciles, se pueden efectuar medidas parciales. Para ellos bastará con pulsar el botón de «parada» en el punto deseado y apuntar la lectura del visualizador hasta ese momento. Para continuar la medición pulse el botón de «puesta en marcha».

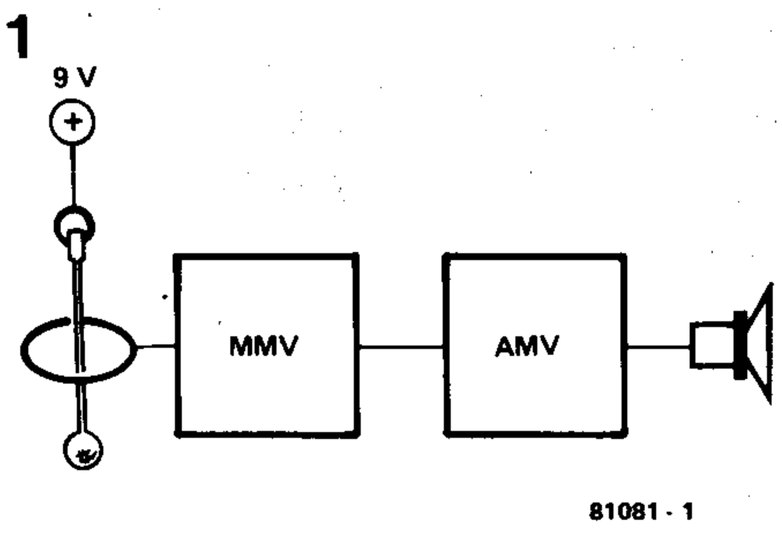
# torneo

## un divertido juego de equilibrio y habilidad

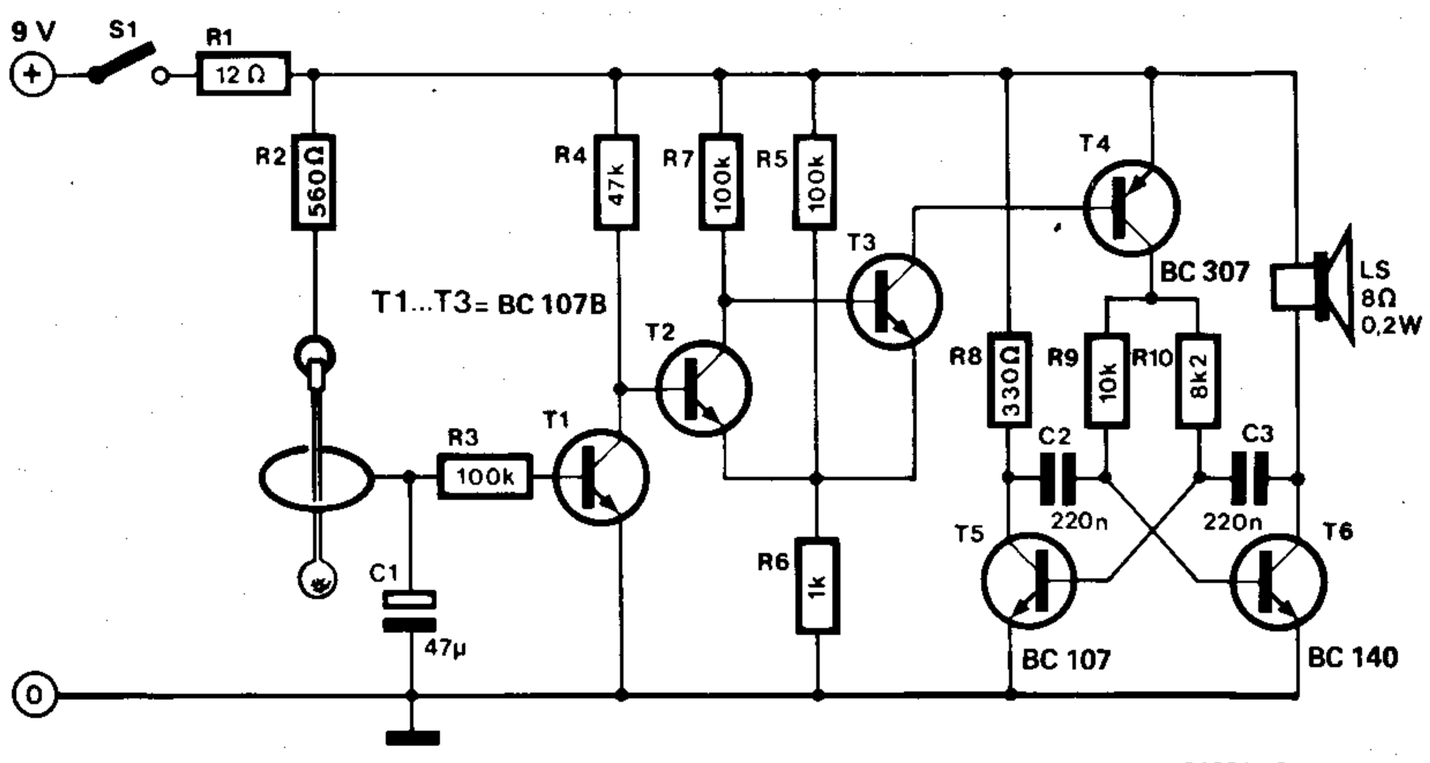
P. Groger

Seguramente la mayoría de los lectores habrán visto (e incluso habrán jugado) en bares y salas de juego, una extraña máquina con una varilla metálica formando una tortuosa línea quebrada que en su interior tiene una anilla también metálica (unida a la máquina mediante un mango y un cable), cuyo objeto es pasar la anilla por la varilla conductora sin tocarla en ningún momento. Pues bien, ELEKTOR presenta una nueva versión de este sencillo pero divertido juego, que consiste simplemente en mover la lata de un sitio a otro, evitando que ésta emita su señal (verdaderamente terrorífica) de alarma. El circuito básico, también se puede emplear en multitud de aplicaciones en las que intervenga un control de equilibrio, por ejemplo, como indicador de frenadas bruscas, o como indicador de límite de inclinación, etc. En nuestro caso y aplicación, se ha empleado la forma cilíndrica de una lata para hacerlo más difícil. El componente más importante del circuito es el péndulo. Este tiene la particularidad de reaccionar ante cualquier movimento que supere un cierto nivel, cerrando un contacto (que pone en funcionamiento el circuito electrónico). Como puede verse en el diagrama de bloques de la figura 1, el circuito es tentadoramente simple. El péndulo dispara un monoestable que a su vez activa el multivibrador que produce la señal de audio.

1




2

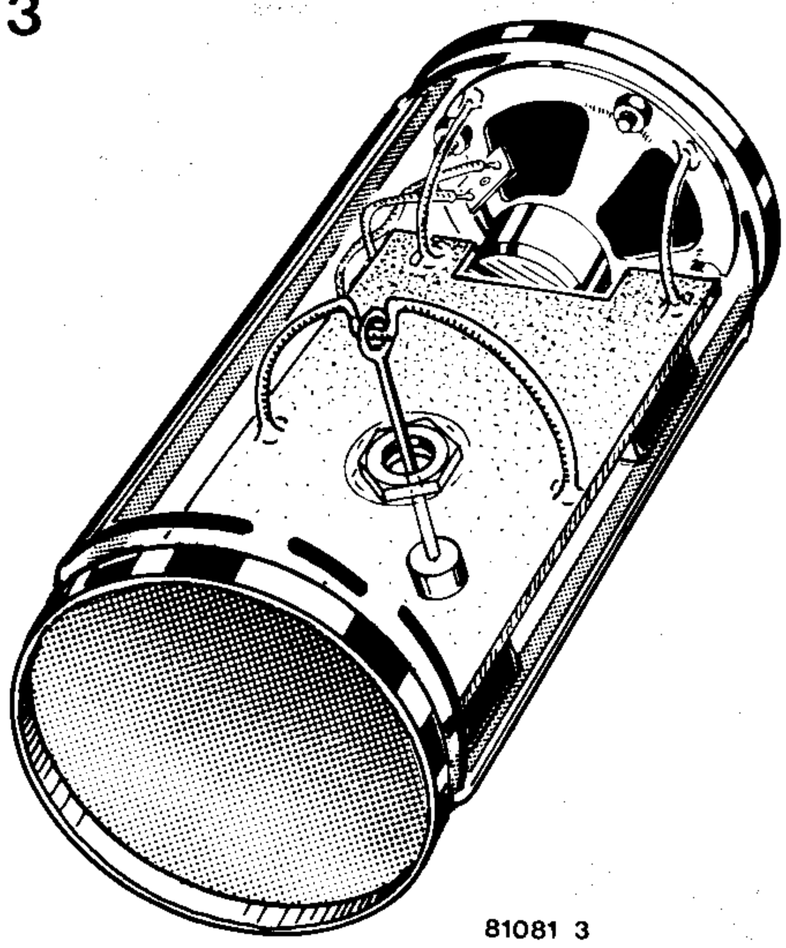



Tan pronto como el eje del péndulo toca el anillo de contacto, el condensador electrolítico C1 se carga rápidamente a través de la resistencia R2. Esto, hace conducir al transistor T1, que dispara el Trigger schmitt (formado por T2 y T3) y por consecuencia pone en funcionamiento el oscilador de audio (T4 coduce).

Si se restablece la posición de equilibrio de la lata (el péndulo no toca la anilla de contacto) el condensador C1 se descargará a través de la unión base-emisor de T1. Sólo cuando este condensador alcance una tensión inferior a 0,7V en sus terminales el transistor T1 pasará a la situación de corte, interrumpiendo por tanto la señal de audio por medio del Trigger Schmitt y el transistor T4. De esta forma se consigue que el oscilador de audio permanezca funcionando durante 5 segundos después de abrirse el contacto del péndulo. Si se desea aumentar la duración de la señal, se deberá incrementar el valor de C1 (o de reducir el valor de R2).

La sensibilidad del instrumento, únicamente depende del diámetro de la anilla y de la distancia entre ésta y el peso del péndulo; cuanto más pequeña sea la anilla y más cerca se encuentre del extremo contrapesado del péndulo, mayor será su sensibilidad. El circuito es fácil y barato de construir, y además consume una corriente de polarización muy baja, lo cual hace que el montaje pueda alimentarse a pilas. Debido a su «camuflaje», se puede dar al circuito otra nueva aplicación no menos divertida: como alarma. ¿Qué haría usted si al coger una lata de cerveza ésta comenzara a emitir un atronador ruido?, ¡pruébelo con sus amigos!

3



# telemando

**Los sistemas de control remoto, van teniendo gradualmente más aceptación entre el público. Quizá uno de los sistemas más conocidos sean los telemandos de los televisores, ya que posiblemente también sean los únicos que han tenido una aplicación directa para el gran público, sin embargo estos no son los únicos que existen. En este artículo presentamos un sistema de control remoto de auténtica originalidad. Al hablar de la singularidad del circuito no nos estamos refiriendo al hecho de que sea un telemando enlatado, ya que en este número todos los montajes lo están, sino a un hecho insólito: ¡no posee ni botones, ni interruptores de control! ¿Que cómo funciona?, veámoslo.**

Generalmente, los aparatos de control remoto, están adornados de largas filas de botones o interruptores, que de alguna manera hacen su manejo algo complicado. La alternativa presentada en este artículo sólo requiere un pulsador, lo cual simplifica extraordinariamente el manejo del aparato y evita cualquier tipo de error. El modo de operación es así de simple: se elige una de las cuatro funciones posibles (girando la lata) y a continuación se pulsa el botón.

Se han elegido los ultrasonidos como medio portador de la señal por los siguientes motivos.

1.° Además de las restricciones que existen en el uso de las bandas de radio para aplicaciones no comerciales, hay que tener en cuenta otro problema; la saturación de las citadas bandas hace casi imposible su utilización.

2.° Los sistemas de transmisión por infrarrojos consumen demasiada energía cuando no disponen de lentes concentradoras (de difícil localización).

## El transmisor

En la figura 1 se muestra un diseño de un prototipo totalmente montado. El montaje cional. En la cara lateral de la lata, se han rotulado cuatro frases (fuente I...fuente IV), que indican las cuatro posibles funciones del control remoto. Por supuesto, estos rótulos se podrán sustituir por los nombres de los dispositivos sobre los que actúe el control remoto: radio, televisión, calefacción, puerta, etc. Si se va a utilizar el telemando únicamente como control de iluminación, se podrá incorporar al sistema el popular regulador de iluminación (publica-

1

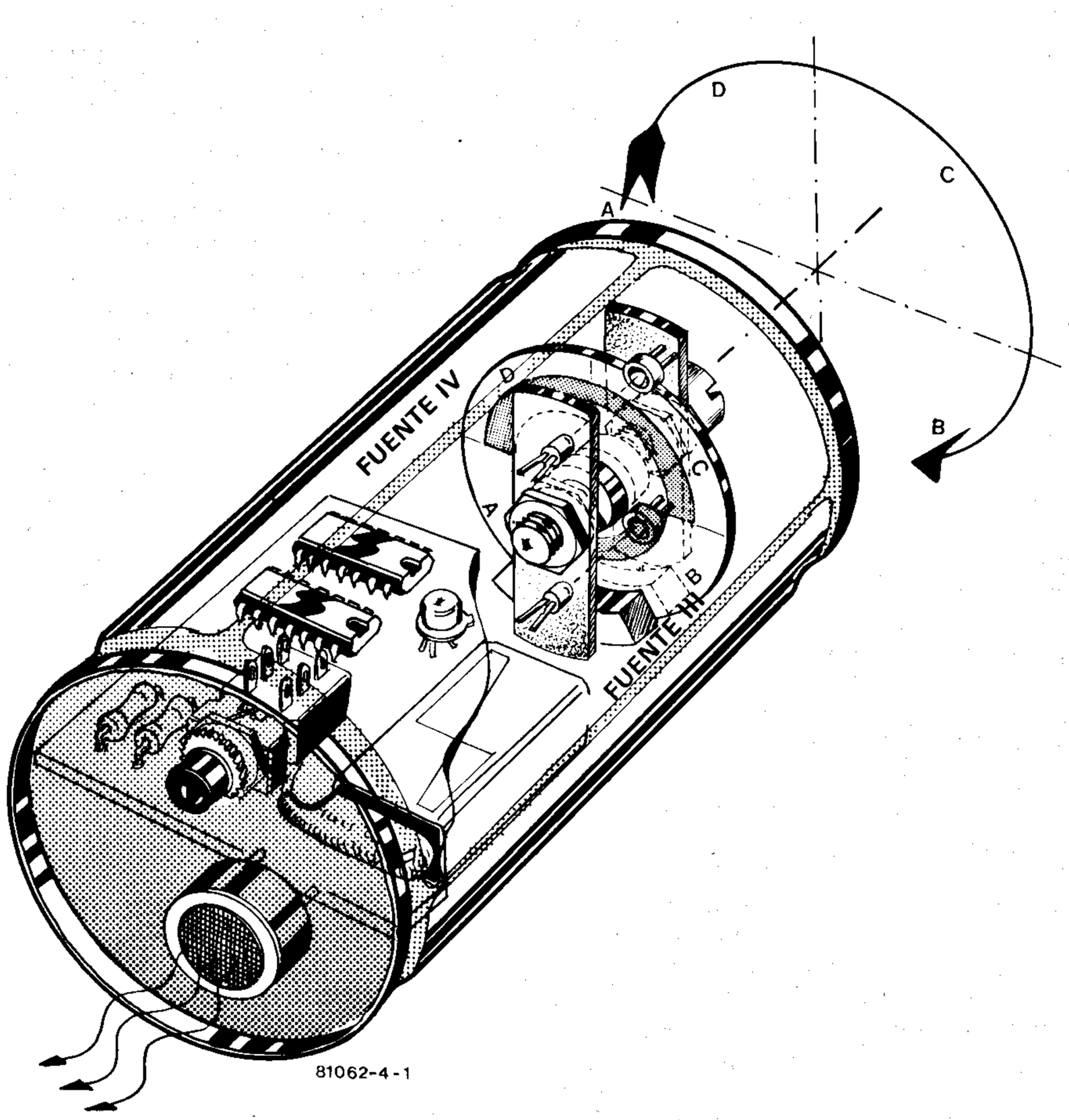



**Figura 1. El circuito completo del transmisor de control remoto se podrá montar en el interior de una lata de tamaño estandar. Todos los componentes deben ser montados firmemente, a excepción, claro está, del disco codificador.**

2

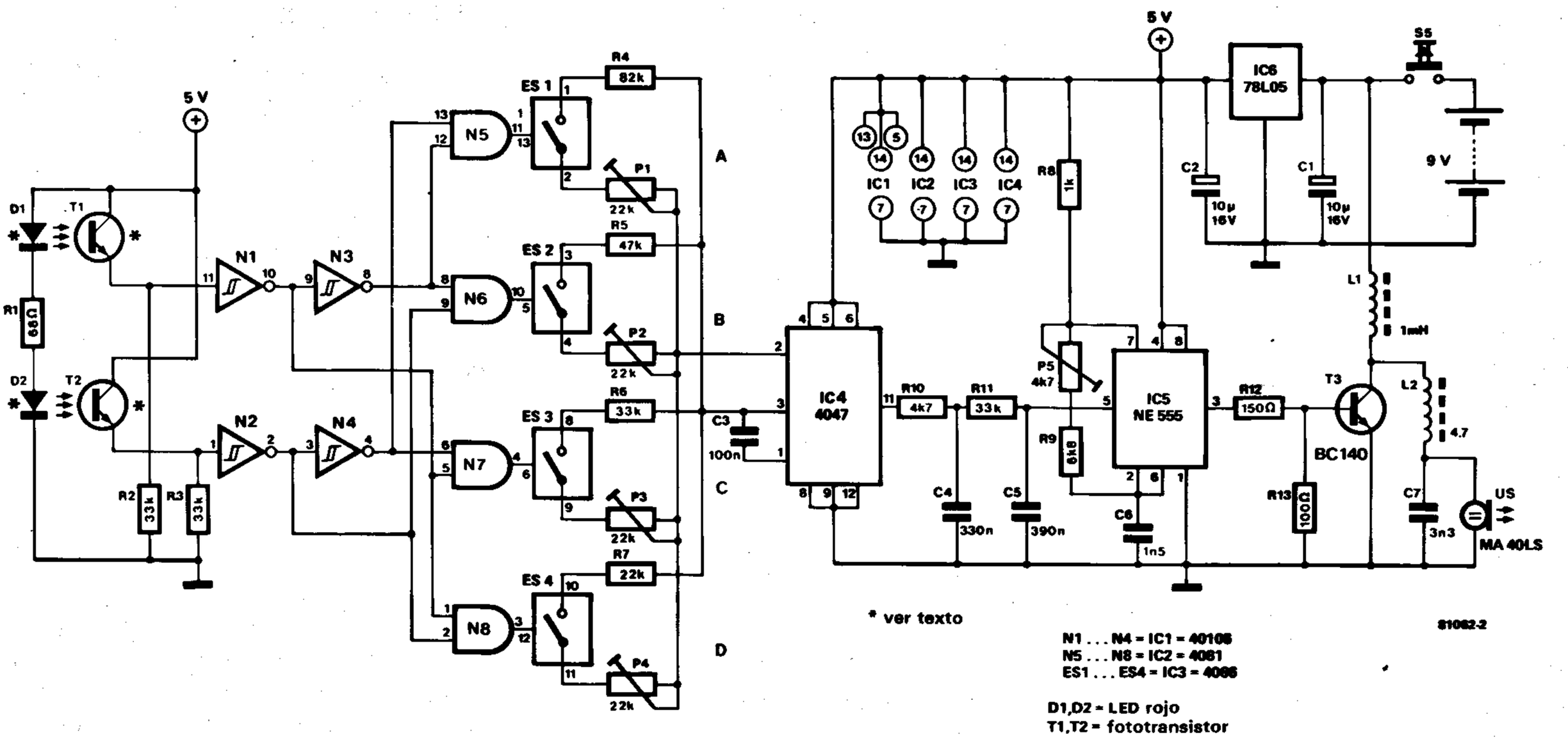



**Figura 2. Circuito completo del transmisor ultrasónico y codificador. Los fotodetectores junto con el disco codificador seleccionan los cuatro canales.**

do por ELEKTOR) basado en el IC S556B.

El interior del transmisor de telemando es compacto y de reducido tamaño. Además del circuito electrónico de transmisión, éste posee un codificador óptico que tiene la misión de seleccionar el canal deseado. El codificador se compone de dos fotodetectores (D1/T1 y D2/T2) y de un disco de codificación (ver figura 3). Como fuentes de luz, se emplean dos LED, y como receptores dos fototransistores (valen casi todos los tipos). Existen también en el mercado unos dispositivos que integran un LED y un fototransistor, especiales para este tipo de aplicaciones.

El disco codificador se colocará en el interior de la lata, de forma que éste pueda girar libremente entre los dos fotodetectores. Dependiendo de la posición del disco (o mejor dicho de la posición de la lata) los fototransistores estarán conduciendo o cortados según la zona del disco. Esto hace que a la salida de N1 y N2 aparezca un código binario de dos bit, cuya información alimenta a un decodificador (N3, N4, y las puertas AND N5...N8) que se encarga de actuar cada uno de los interruptores CMOS (S1...S4) y se corresponden con el aparato seleccionado por la posición de la lata (S1 posición A, S2 posición B, etc.).

La frecuencia del multivibrador monostable formado en torno a IC4, viene determinada por el condensador C3 y el valor de la resistencia conectada entre las patillas 2 y 3. El valor de esta resistencia depende del estado de los interruptores S1...S4. Por ejemplo, cuando S1 está cerrado, la frecuencia vendrá definida por el valor combinado de P1 y R4. Ajustando los potenciómetros P1...P4 a cuatro frecuencias diferentes, a la salida de IC4 (patilla 11), obtendremos cuatro frecuencias de modulación diferentes. Estas señales, se llevan a la entrada de un 555 conectado como multivibrador astable (IC5), a través de un filtro paso bajo, con lo cual la señal del primer oscilador modula a la del segundo. La señal de frecuencia modulada que aparece a la salida de IC5 (patilla 3) se lleva al transductor ultrasónico, después de ser amplificada por la etapa buffer formada por T3.

El pulsador S5, tiene dos funciones; por una parte pone en funcionamiento el transmisor y por otra hace que se transmita la orden seleccionada. Esto garantiza un consumo de corriente nulo cuando el circuito está en reposo, es decir, sólo consume cuando transmite. Como receptor, se podrá emplear cualquiera de los publicados por ELEKTOR. Es cierto que existen modelos de cuatro canales, que cumplen con este cometido a la perfección, sin embargo, también su precio es bastante más alto. Por tanto una manera de abaratar costos, será disponer de cuatro receptores de tipo sencillo (y barato); uno para cada canal, ajustado a la frecuencia correspondiente.

## Algunos consejos para la construcción

El disco codificador se hará de material transparente (por ejemplo, metacrilato). El diámetro del mismo no debe ser superior a 5 cm. El grabado del disco, se hará recortando el dibujo de la figura 3, en cinta autoadhesiva de color negro. Esto se deberá hacer con gran limpieza, o en poco tiempo, la cinta se despegará del disco. La colocación del mismo en el interior de la lata, debe permitirle girar libremente, de forma que se genere la información de dos bit que corresponde a cada posición. Para evitar

3

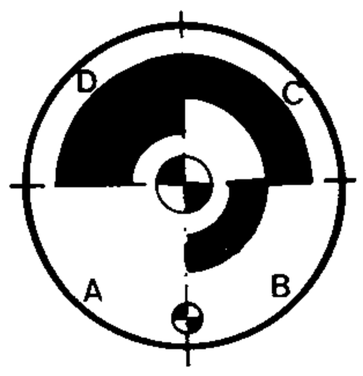



**Figura 3. Para generar una información de dos bit, la construcción del disco codificador es bastante simple.**

que el disco gire simultáneamente al girar la lata alrededor de su eje, se fijará un contrapeso en su borde. Esto hará que el disco permanezca siempre en la misma posición respecto al suelo, con lo cual, al girar la lata serán los fotocaptadores los que se muevan y no el disco como se dijo en un principio (aunque para los efectos da lo mismo, siempre y cuando se haya tenido en cuenta el sentido de rotación). El contrapeso se fijará en el borde del disco mediante tuercas y tornillos. Es importante comprobar que el contrapeso no roce con ningún componente al girar la lata.

Finalmente unas palabras acerca de los rótulos exteriores de la lata. Estos obviamente deben corresponderse con las posiciones de cada aparato bajo control, es decir una vez montado el transmisor, se tomará nota de las posiciones del disco codificador y con arreglo a esto se situarán las posiciones de los rótulos exteriores.

# electro-multijuegos

**Este versátil montaje le permitirá desarrollar hasta seis juegos diferentes y además podrá utilizarlo como temporizador de cocina: cada vez que quiera cambiar todo lo que tendrá que hacer es variar el estado de algunos interruptores, y aplicar algo de sus conocimientos de electrónica, con lo que el visualizador (una columna de LEDs) se adaptará a las reglas de un juego totalmente distinto del anterior.**
**El circuito, además, incluye una (modesta) unidad de efectos sonoros, que proporciona a cada juego un mayor interés.**
**Como en los demás artículos de este número, el circuito cabe perfectamente en el interior de una lata.**

**R. de Boer**

Nueve interruptores y un potenciómetro son los mandos del circuito, con los que usted podrá desarrollar hasta seis juegos diferentes: dados, cara o cruz, dos variantes del juego de la escalera (se puede jugar contra otra persona o contra la máquina) y el cazador (dos versiones).
Como puede verse en el esquema de la figura 1, «el corazón» del circuito es una columna de LEDs. IC1 trabaja como generador de reloj para el contador de décadas IC2, el cual controla directamente los diez LEDs. El resto del circuito lo componen: un flip-flop (formado por las puertas N1 y N2), un oscilador (puerta N4), y una etapa buffer para el altavoz (T2).
Para explicar el funcionamiento del circuito lo mejor será examinar las particularidades de cada juego y su modo de funcionamiento.

## Juego de los dados

Para este juego, el interruptor rotativo S3 se coloca en la posición número 6; se cierra S2, S4 se coloca en la posición «a» (puesta a cero), se abre S5, S8 se coloca en la posición «a» y se ajusta el potenciómetro P1 hasta obtener una frecuencia de 20 ó 30 Hz. Si pulsamos brevemente el botón S1, el dado comenzará a «rodar» durante un cierto tiempo (ajustable mediante el potenciómetro P2), tras el cual se detiene y aparece el resultado en uno de los seis primeros LEDs de la columna (D10...D15).

### Funcionamiento

Siempre que el conmutador rotativo se encuentra en la posición Y, y el contador alcanza este número, se produce un impulso de puesta a cero (a través de T3 y S4). Es decir, cuando se aplica la señal de reloj a la entrada correspondiente de IC2, este empieza a contar de 0 a 5.
Cuando se cierra el interruptor S1, el condensador C1 se carga rápidamente a través de R1. En este momento, el transistor T1 entra en conducción y pone en funcionamiento el generador de reloj IC1, y el dado comienza a «rodar» (los seis primeros LEDs de la columna) con un período de repetición ajustable mediante P1. Cuando se libera el pulsador S1, el condensador C1 comienza a descargarse lentamente a través de P2 y R5. De esta forma, el transistor T1 pasará gradualmente al estado de corte, haciendo que el dado ruede cada vez más lentamente hasta pararse. El período de tiempo desde que se libera S1 hasta que el dado se detiene, viene determinado por P2.
La detención del dado es indicada acústicamente por el circuito (se lleva la señal de reloj al altavoz a través de D26).

## Cara o cruz

Ahora que conocemos el funcionamiento del juego de dados, el siguiente nos parecerá bastante más sencillo. El modo de operación es idéntico al anterior; la única diferencia estriba en que el conmutador rotativo se sitúa ahora en la posición 2. Esto hace que sólo se enciendan dos LEDs de la columna, D10 (cara) y D11 (cruz). Cada vez que IC2 llega a la posición 2 recibe un impulso de puesta a cero, es decir, cuenta de 0 a 1.

## La escalera (1)

Para este juego habrá que modificar sustancialmente la posición de los interruptores. S2 y S5 se pondrán en la posición «abierto», S3 en la posición 9, S4 en la posición «b» (parado) y S8 en la posición «a». El potenciómetro P1 se ajustará para obtener una frecuencia de 1Hz aproximadamente.
Durante el juego, los contendientes podrán subir uno, dos o tres escalones de la escalera (que es la columna de LEDs). Esto se consigue pulsando S1 hasta que la columna de LEDs indica el número de escalones elegidos por el jugador (el cual deberá fijarse antes de liberar el pulsador S1). El jugador que consiga encender el último LED será el vencedor. Esta situación será indicada por el circuito mediante una señal acústica.

### Funcionamiento

De nuevo se emplea la luz de un LED desplazándose por la columna como visualizador, aunque a una frecuencia bastante inferior. El pulsador S1 pone en funcionamiento el generador de reloj y hace que, uno detraś de otro, se vayan encendiendo la fila de LEDs. Cuando la salida 9 del contador se pone a nivel alto (encendiendo el último LED de la fila), la entrada «disposición de reloj» de IC2 pasa a nivel alto, debido a la señal que llega a través de S3, T3 y S4. En esta situación, el contador se detiene y se activa el oscilador de audio (N4) a través de D28. La señal del oscilador llega a la etapa amplificadora (T2) por medio del diodo D27. El interruptor S9 puede emplearse como puesta a cero del circuito.

## La escalera (2)

Este juego virtualmente es el mismo que el anterior; la única diferencia es que ahora nuestro oponente es el circuito. Para conocer la jugada de la máquina se deberá pulsar S8 durante un corto período. Esta será indicada por los tres primeros LEDs de la columna. Para llevar a cabo el movimiento de la máquina se pondrá el interruptor S8 en la posición «a» y se cerrará S1. A continuación, jugará su turno el contrincante humano.
Aunque la máquina no tiene la capacidad de hablar, pronto se dará cuenta que es un jugador realmente difícil de batir. La máquina tiene garantizado el triunfo, siempre que se le permita empezar primero (¡suponiendo que no se hacen trampas!).

### Funcionamiento

Los diodos D1...D9 junto con el conmutador S8, constituyen el «cerebro» de la má-

1

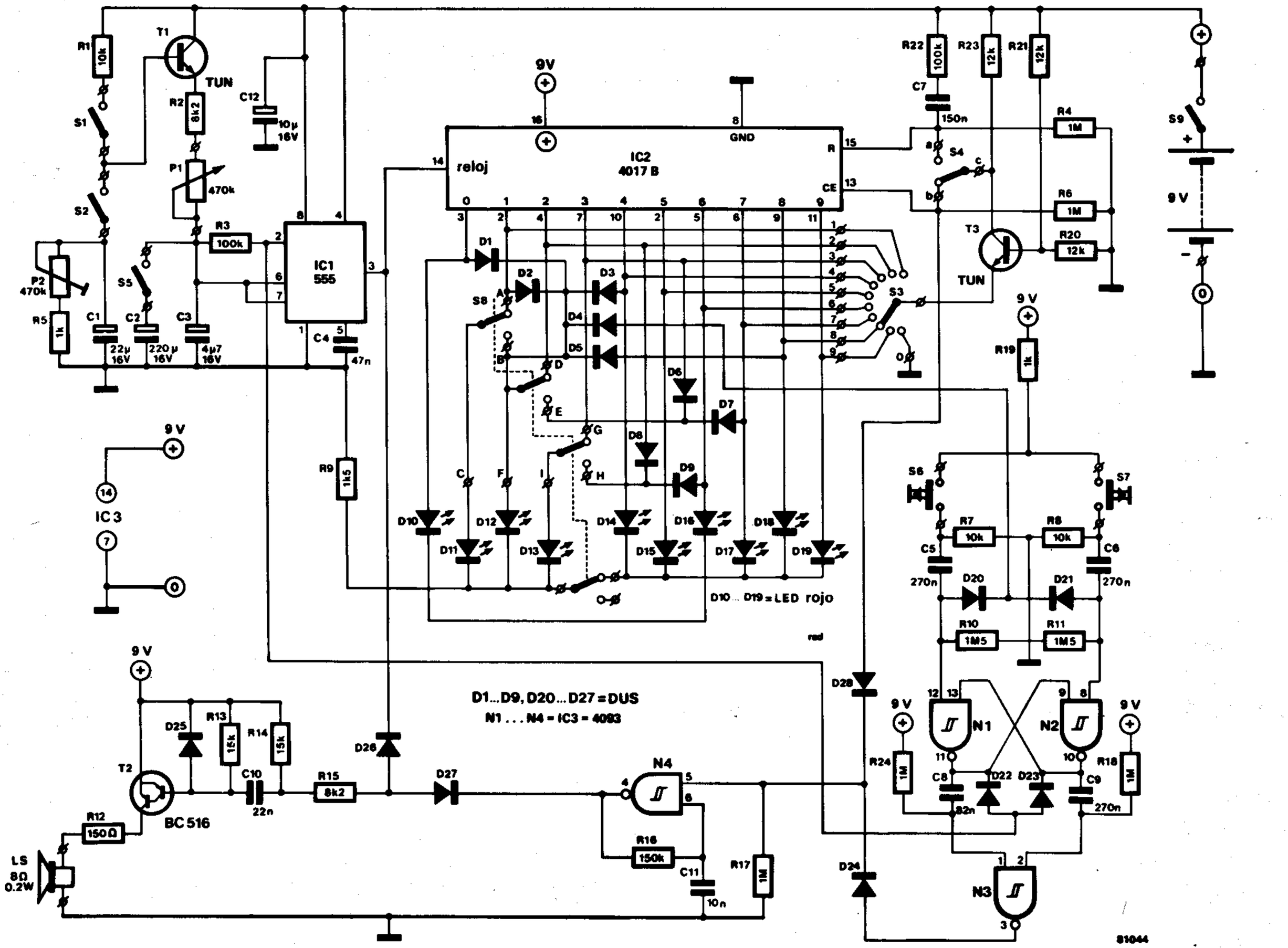



**Figura 1. Circuito completo del electro-multijuegos. Todo el montaje se centra en torno a la fila de LEDs pilotada por IC2.**

quina. Cuando S8 se coloca en la posición b, uno de los LEDs, D11, D12 o D13, comienza a lucir, indicado el número de escalones elegidos por la máquina (1, 2 o 3 escalones). Para evitar confusiones en la indicación de la máquina, se deberá suprimir la «escalera», mediante el interruptor S8.

## El cazador (1)

Este juego también requiere una nueva combinación de interruptores. En esta ocasión, se coloca S1 en la posición «cerrado», S3 en la posición cero, S5 «abierto», y S8 en la posición «a». La velocidad del juego se ajustará mediante P1 (entre 3 y 30 Hz). El objeto del juego es «abatir» el blanco (la liebre) que se desplaza de izquierda a derecha en la fila de LEDs, es decir, cuando se encienda el sexto LED de la columna se deberá pulsar lo más rápidamente posible, uno de los botones S6 o S7. Si se actúa alguno de estos pulsadores en el momento preciso, se oirá la señal del oscilador indicando que se ha acertado el blanco (este se detendrá durante una fracción de segundo, recobrando a continuación su movimiento).

### Funcionamiento

El único efecto producido al pulsar S6 o S7, es la generación de un pulso que no tiene ninguna consecuencia sobre el circuito, ya que la salida 5 (patilla 2) de IC2 está a nivel bajo.
La salida de N1 o N2 (según se pulse S6 o S7) permanecerá a nivel bajo durante 1 1/2 a 2 segundos. Este tiempo viene determinado por las constantes RC de C5/R10 y C6/R11. Durante este período se inhibe el generador de reloj por medio de los diodos D22 o D23 (con lo cual el blanco se detiene).
Si la salida de N1 se hace baja, la salida de N3 pasará a nivel alto durante un período (determinado por C8/R4) de medio segundo. Si por el contrario, es la salida de N2 la que pasa a nivel alto, la duración del pulso a la salida de N3, será de un segundo y quedará determinado por los valores de C9 y R18. En cualquier caso, el oscilador (N4) emitirá una señal acústica cada vez que se acierte un blanco (corto si se pulsa S6, y largo para S7).

## El cazador (2)

Este juego es igual que el anterior, sólo que ahora son dos jugadores los que disparan contra el blanco. Esto hace que el juego sea más excitante aún.
Ambos jugadores poseen su botón de disparo individual (S6 y S7). El objeto del juego es ver cuál de los dos jugadores es más rápido disparando. Esto se manifiesta (sin apelación posible) por la duración de la señal acústica. (Nota: los botones de disparo se deberán pulsar durante el tiempo suficiente, de otra forma no se apreciará ninguna diferencia entre los tonos porducidos por S6 y S7).

### Funcionamiento

El flip-flop N1/N2 es el encargado de disipar cualquier duda en lo que concierne a la rapidez de los jugadores. Tan pronto se actúe uno de los pulsadores, la salida de una de las puertas N1 o N2 se hará baja, inhibiendo a la contraria. Por consecuencia, el disparo del otro jugador (el más lento) no producirá ningún efecto. Si ambos jugadores pulsan sus botones de disparo al mismo tiempo (o lo hacen demasiado tarde) no se producirá ningún efecto sobre el blanco.

## Temporizador de cocina

Como se dijo en un principio este circuito también puede emplearse como temporizador (de cocina, o para cualquier otro uso). Para esta aplicación, los interruptores S1 y S5 se pondrán en la posición «cerrado» y S2 en «abierto». S4 se coloca en la posición «b» (parado), S8 en «a», y S3 y P1 se ajustarán según el tiempo requerido.
Como era de esperar, también se utiliza en esta aplicación la columna de LEDs como indicador, aunque en este caso se empleará

2

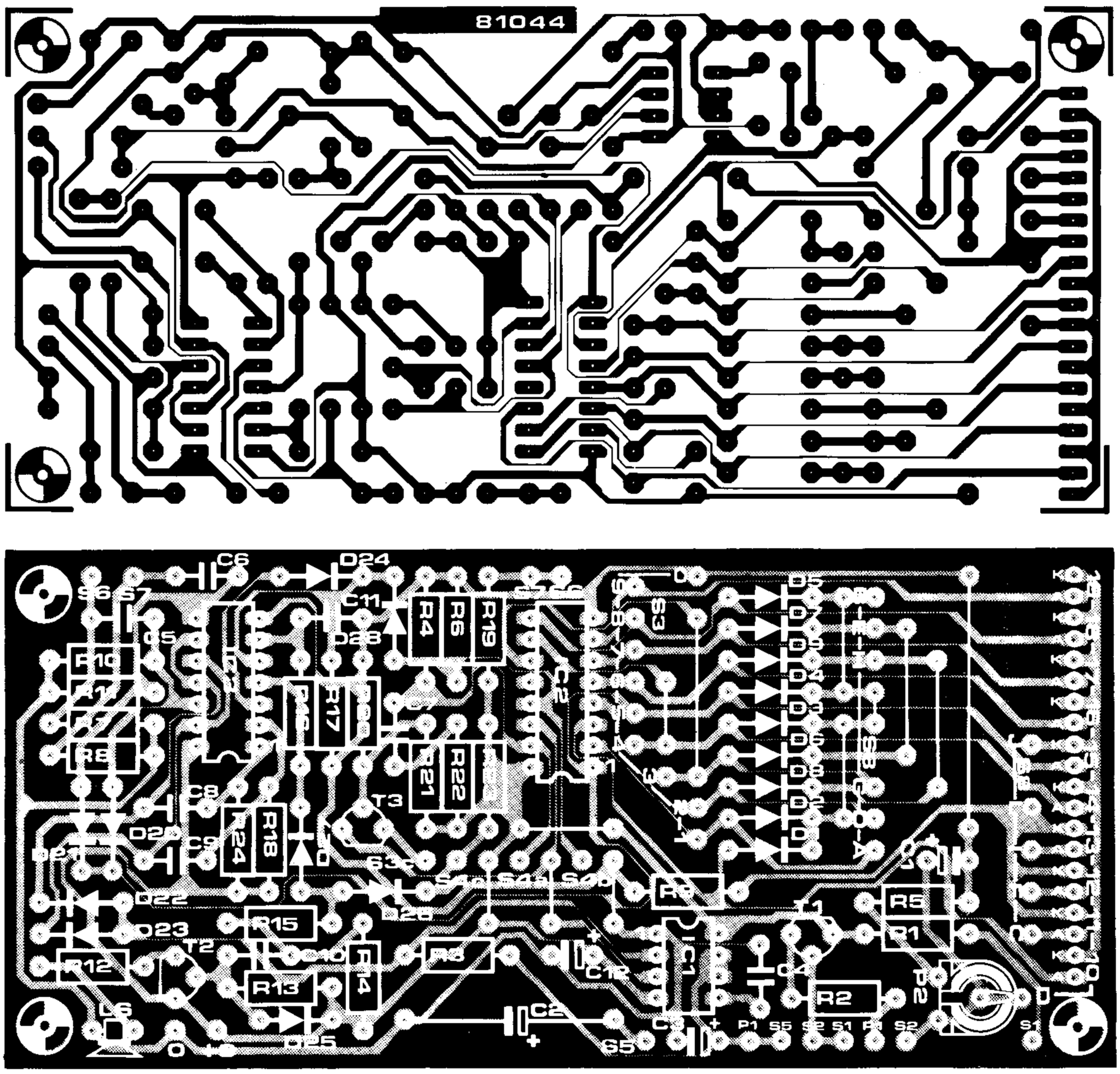



**Figura 2. Debido a las reducidas proporciones del circuito impreso, será fácil instalarlo en el interior de una lata.**

**Lista de componentes**

Resistencias
R1,R7,R8 = 10 k
R2,R15 = 8k2
R3,R22 = 100 k
R4,R6,R17,R18,R24 = 1 M
R5,R19 = 1 k
R9 = 1k5
R10,R11 = 1M5
R12 = 150 Ω
R13,R14 = 15 k
R16 = 150 k
R20,R21,R23 = 12 k
P1 = 470 k potenciómetro
P2 = 470 k potenciómetro ajustable

Condensadores
C1 = 22 µ/16 V
C2 = 220 µ/16 V
C3 = 4µ7/16 V tantalo
C4 = 47 n
C5,C6,C7 = 270 n
C7 = 150 n
C8 = 92 n
C10 = 22 n
C11 = 10 n
C12 = 10 µ/16 V tantalo

Semiconductores
T1,T3 = TUN
T2 = BC 510
D1 . . . D9, D20 . . . D28 = DUS
D10 . . . D19 = LED rojo
IC1 = 555
IC2 = 4017 B
IC3 = 4093

Varios
S1,S2,S5,S9 = SPST interruptor
S3 = conmutador rotativo de 10 posiciones
S4 = SPDT interruptor
S6,S7 = pulsador
S8 = interruptor de 2 posiciones 4 circuitos
LS = altavoz de 0.2 W/8 Ω

una frecuencia de reloj de muy pocos herzios. Cuando se cierra el interruptor S5 el condensador C2 (de gran capacidad) entra a formar parte de la célula RC del oscilador de reloj. El tiempo de «paso» de un LED a otro varía entre 3/2 y 80 segundos, dependiendo de la posición de P1. Si se ajusta P1 de modo que el oscilador de reloj entregue un pulso cada 30 segundos y se coloca S3 en la posición 6 se obtendrá un tono de aviso a los 3 minutos (6 x 30 = 180s = 3 min.). Es decir, se podrá seleccionar cualquier período de tiempo, siempre y cuando éste no exceda a máximo indicado (13,33 minutos).

## Construcción

No se ha incluido ningún prototipo del montaje, ya que el circuito no debe presentar grandes dificultades para su construcción. Como en la mayoría de los montajes de este número, no es necesario poseer grandes conocimientos de bricolage para hacer un prototipo de aspecto original. Si se emplea una lata como cubierta exterior, el altavoz se deberá colocar en la base de la misma. Los diez LEDs se montarán formando una línea recta, en un lugar bien visible de la lata, por ejemplo, en la base superior, bajo una cubierta de plástico transparente.
Los interruptores y botones, así como el potenciómetro, deben ser perfectamente accesibles para los jugadores.
Los demás componentes no presentarán ningún problema de montaje si se utiliza el diseño del circuito impreso mostrado en la figura 2.
Esta placa tiene el tamaño adecuado como para instalarse en el interior de una lata. La alimentación de circuito se obtendrá a partir de una batería de 9V miniatura.

# defensa para animales domésticos

**Los animales domésticos, y en especial el perro, han sido siempre uno de los mejores compañeros y amigos del hombre, llegando incluso a dar su vida para salvar la de su amo en peligro.**
**Con el diseño que aquí presentamos queremos ofrecer la posibilidad de corresponder al amor que el perro ha demostrado al hombre haciendo algo por el *amigo del hombre*.**
**En este artículo, se describe un sistema de alarma electrónico para perros de pequeño tamaño (u otros pequeños animales domésticos), que están más expuestos a las incidencias de la vida diaria (por ejemplo, niños traviesos).**

T. Stokes

El sistema de defensa para animales domésticos, puede dividirse en dos partes: primera línea de defensa, y segunda línea de defensa. La primera, funciona permanentemente, en forma de una luz intermitente. Esto le permitirá una rápida y fácil localización de su perro durante la noche, advirtiendo a las demás personas que éste se encuentra cerca y en perfecto estado.
Esta parte del circuito emplea el integrado LM 3909 que funciona como oscilador de muy baja frecuencia para producir las intermitencias de la fuente luminosa (un LED). La cadencia de las intermitencias pueden variarse, modificando el valor del condensador C1.

La segunda línea de defensa, es un circuito de alarma. El circuito completo, como en los demás artículos, se introducirá en una lata de tamaño adecuado. Cuando la lata sufre movimientos bruscos, o cualquier otro tipo de agresión, el interruptor de mercurio S1 activa el monoestable formado por N1 y N2. Esto hace entrar en funcionamiento el oscilador de audio (N3 y N4) generando una señal de alarma continua, durante un período de diez segundos. Este tiempo viene determinado por los valores de R3 y C2, mientras que la frecuencia del oscilador depende de R4 y C3. Por supuesto, todos estos valores podrán modificarse de acuerdo al gusto de cada lector. La tensión de alimentación requerida es de 4,5V. Como la lata no es demasiado grande, y además no conviene que lleve demasiado peso, se obtendrán los 4,5V conectando en serie tres pilas normales de transistor. El consumo en reposo del circuito es tan reducido que no será necesario incluir un interruptor de alimentación, es decir, las baterías se conectarán directamente al circuito.

1

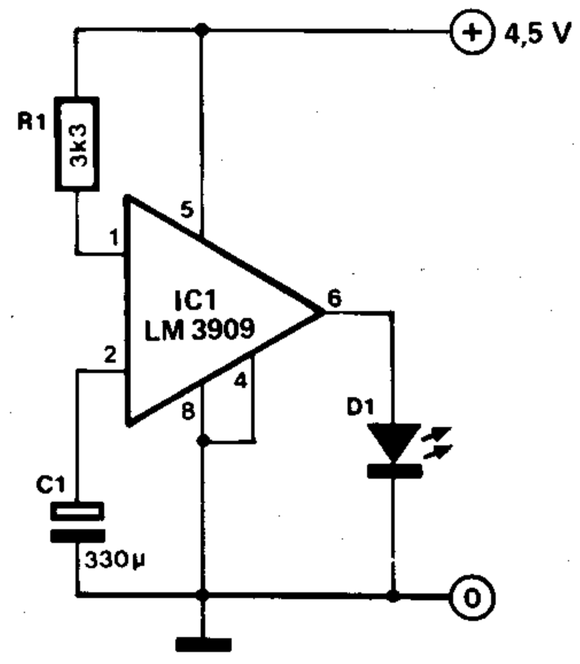



**Figura 1. La primera sección del circuito, utiliza un LM3909 para producir las intermitencias.**

## Construcción

La colocación del circuito en el interior de la lata no debe presentar ningún problema. Otra cosa muy diferente será, convencer a su perro que este dispositivo es para su propio beneficio. Lógicamente, la lata no se puede dejar tal cual está; será necesario decorarla para darle un aspecto más atractivo (tenga en cuenta que los perros también tienen sentimientos). Por ejemplo, se le puede dar la forma de un barril de coñac o de un botiquín de primeros auxilios. El circuito impreso se construirá de *placa veroboard* (o similar) y se fijará al collar del perro cuidadosamente. Al principio éste se sentirá incómodo, pero al final se acostumbrará (?). Como puede verse en el circuito, ninguno de los componentes es crítico, por lo que fácilmente se encontrarán en la mayoría de los comercios del ramo.
Con un altavoz de 80 ohmios se obtendrá la mayor potencia de salida. La resistencia total formada por R6 y el altavoz será como máximo de 100 ohmios. Recuerde que antes de fijar el altavoz en el interior de la lata (una de sus bases) deberá practicar algunos orificios.
Debido al reducido tamaño del montaje, se podrán colocar varios circuitos en una misma lata, con dos altavoces (uno en cada base).
Aunque en este artículo se proponga una aplicación específica del circuito, como verá el lector, puede emplearse como complemento de cualquier otro montaje, en el que se precise de una señal de alarma.

2

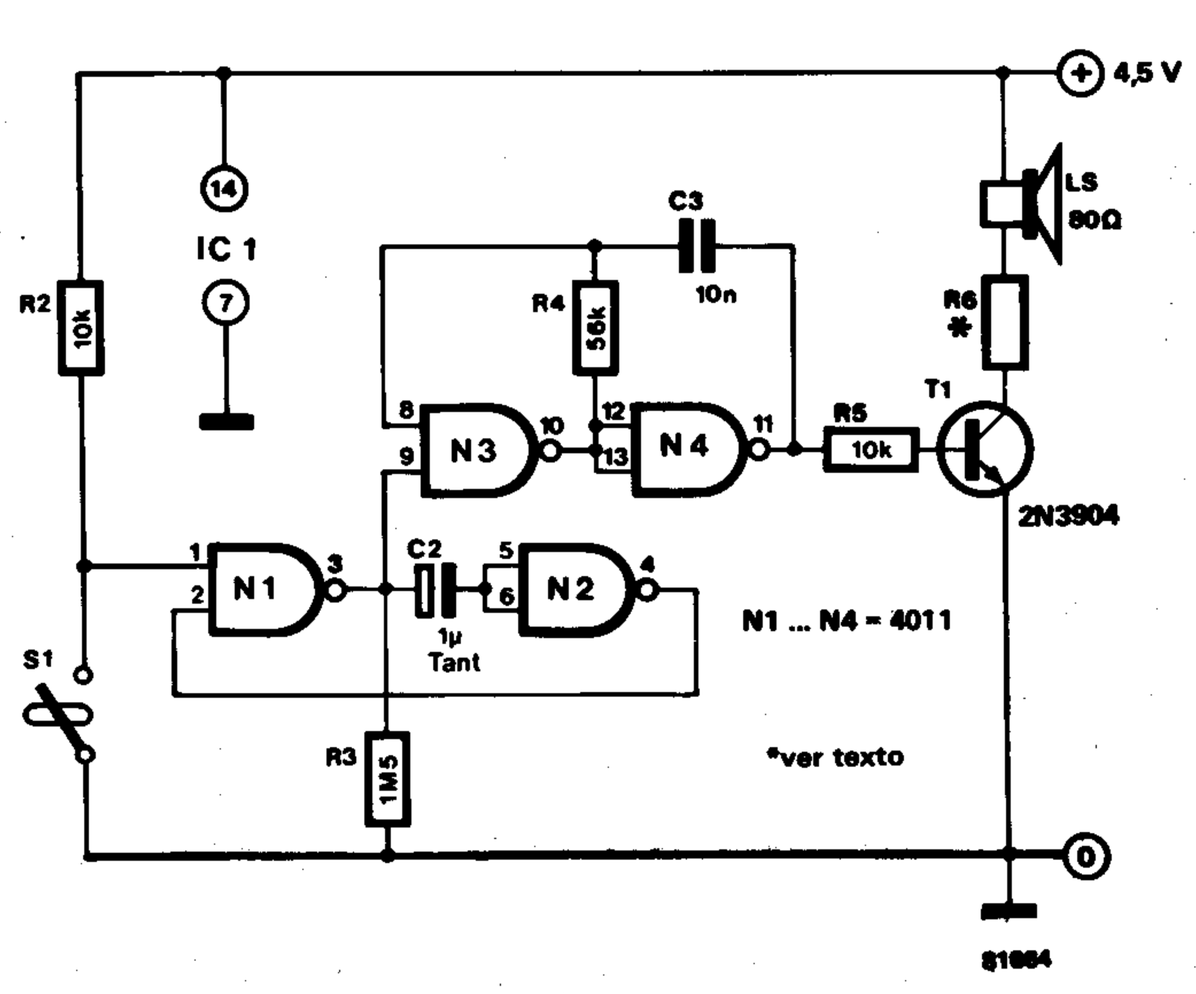



**Figura 2. El circuito de alarma emplea un interruptor de mercurio (no importa el tipo) para disparar el oscilador acústico que genera la señal de aviso.**

# la gaita electrónica

A. Kramer

**Ahora que la música moderna está pasando por una época de de nostalgia, de vuelta al pasado, puede ser un buen momento para desempolvar viejos, pero no olvidados,instrumentos como la gaita. En este artículo se ha conseguido (en la medida de lo posible) imitar este instrumento tan querido en Galicia, para aquellos músicos que no puedan disponer de una gaita auténtica.**

Aquellos lectores que hayan intentado tocar una gaita sabrán lo increíblemente difícil que resulta obtener algún sonido medianamente aceptable. Afortunadamente la gaita electrónica que se describe en este artículo no requiere grandes conocimientos aunque, por supuesto, también es necesario soplar. La boquilla contiene una resistencia NTC que al recibir durante un cierto tiempo aire caliente disminuye su resistencia creándose así el efecto típico de las gaitas.

## Diagrama del circuito

En la figura 1 se muestra el circuito de la gaita electrónica. La primera parte del circuito es un vulgar oscilador controlado por tensión, en el que el transistor T1 actúa como resistencia variable. La tensión de control para el VCO se obtiene de un divisor resistivo cuya relación viene determinada por el nivel lógico de los inversores N1...N4. La alta impedancia de los inversores CMOS hace posible su utilización como interruptores táctiles; es deir, al tocar con el pulgar el terminal de masa y con uno de los otros dedos las entradas de los inversores, la salida de éstos cambiará de estado, puesto que la resistencia que presenta la piel es inferior a la impedancia de entrada de los inversores. A la salida de éstos, la resistencia R10 se encuentra en paralelo, con lo cual la tensión en la unión del divisor formado por R10/P1 + R14 aumentará, y hará variar la frecuencia del VCO.
También es posible utilizar combinaciones de teclas para generar tonos diferentes. El tono de cada tecla está en función de los valores de R9, R11...R13, afectando únicamente a cada nota en particular. El afinado del instrumento se hará de forma experimental, es decir, variando uno a uno los valores de las resistencias citadas anteriormente. El potenciómetro P1 se emplea para ajustar el tono global del instrumento.
La resistencia NTC que se encuentra en la boquilla, junto con R17 forma un divisor de tensión que a través de R18 alimenta la entrada inversora de IC2. Este integrado compara la tensión presente en su entrada no inversora (ajustable mediante P2) con la entregada por el divisor R17/NTC. En condiciones normales (NTC frío) la salida de IC2 lleva el colector de T2 a masa, lo cual hace que la salida del oscilador quede bloqueada, es decir, no se produce ningún sonido.
Cuando aumenta la temperatura del NTC (entra el aire por la boquilla), la tensión en la unión de R17 y R18 cae, haciendo que el voltaje en la entrada inversora de IC2 sea superior al de la entrada no inversora. En esta situación el amplificador operacional cambia de estado, entregando la tensión de alimentación (+9V) a su salida, con lo cual el altavoz recibe la señal del VCO. Cuando se deja de soplar por la boquilla, la tensión en bornas del NTC cae nuevamente, haciendo que el sonido persista durante unos breves instantes. La sensibilidad del circuito puede ajustarse mediante la resistencia R22.

## La caja

En la figura 2 se muestra la versión final del prototipo montado por ELEKTOR. El altavoz se montará en la base inferior de la la-

1

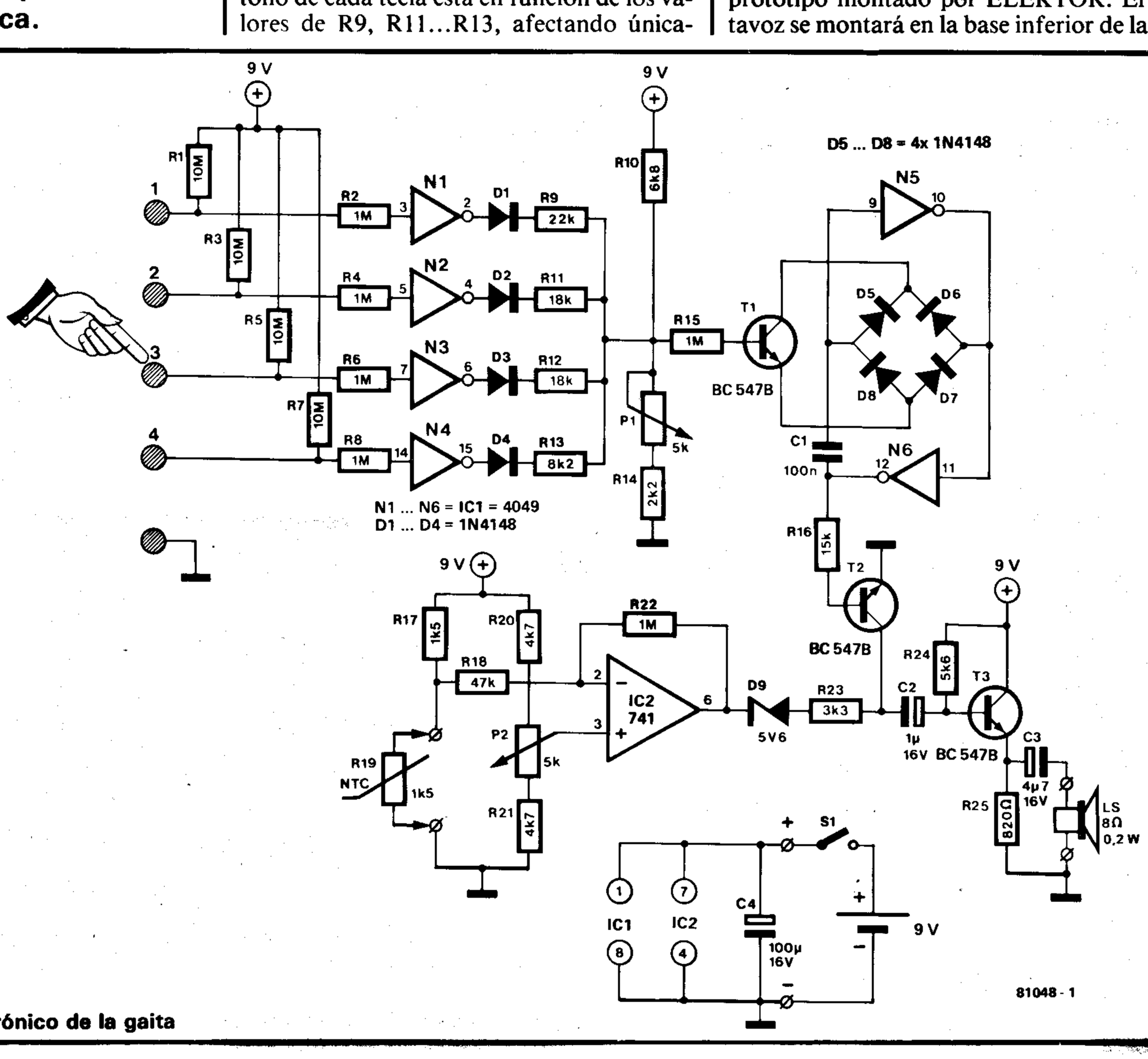



**Figura 1. Circuito electrónico de la gaita**

ta, y como es lógico se deberán practicar un cierto número de orificios. Los interruptores táctiles se situarán en la cara lateral de la lata y diametralmente opuesto, el terminal de masa (para el dedo pulgar); no es necesario decir que estos terminales deben quedar perfectamente aislados del cuerpo metálico de la lata.

En la figura 3 se muestra la placa de circuito impreso y la distribución de componentes. Esta tiene las medidas exactas para ser introducida en el interior de una lata, sin ningún problema. El interruptor de puesta en marcha junto con el jack (en el que se enchufa la boquilla) se montará en la tapa superior. La resistencia NTC se conectará a las terminales de una clavija macho. Como boquilla se puede emplear un tubo de plástico en el que se practicará un orificio rectangular. La pieza así obtenida se deberá pegar a la clavija en la que se ha soldado el NTC. En la figura 2 se muestra un dibujo detallado de la boquilla.

El manejo del instrumento es muy sencillo; basta dar al interruptor de puesta en marcha, poner el dedo pulgar en el terminal de masa, y uno de los otros (pueden ser más de uno) en los terminales 1, 2, 3 ó 4. A continuación se sopla por la boquilla hasta que producir algún sonido. Recuerde que la gaita no emite ningún sonido hasta que se ha «llenado la bolsa de aire» (en nuestro prototipo este tiempo se ajusta con el potenciómetro P2).

2

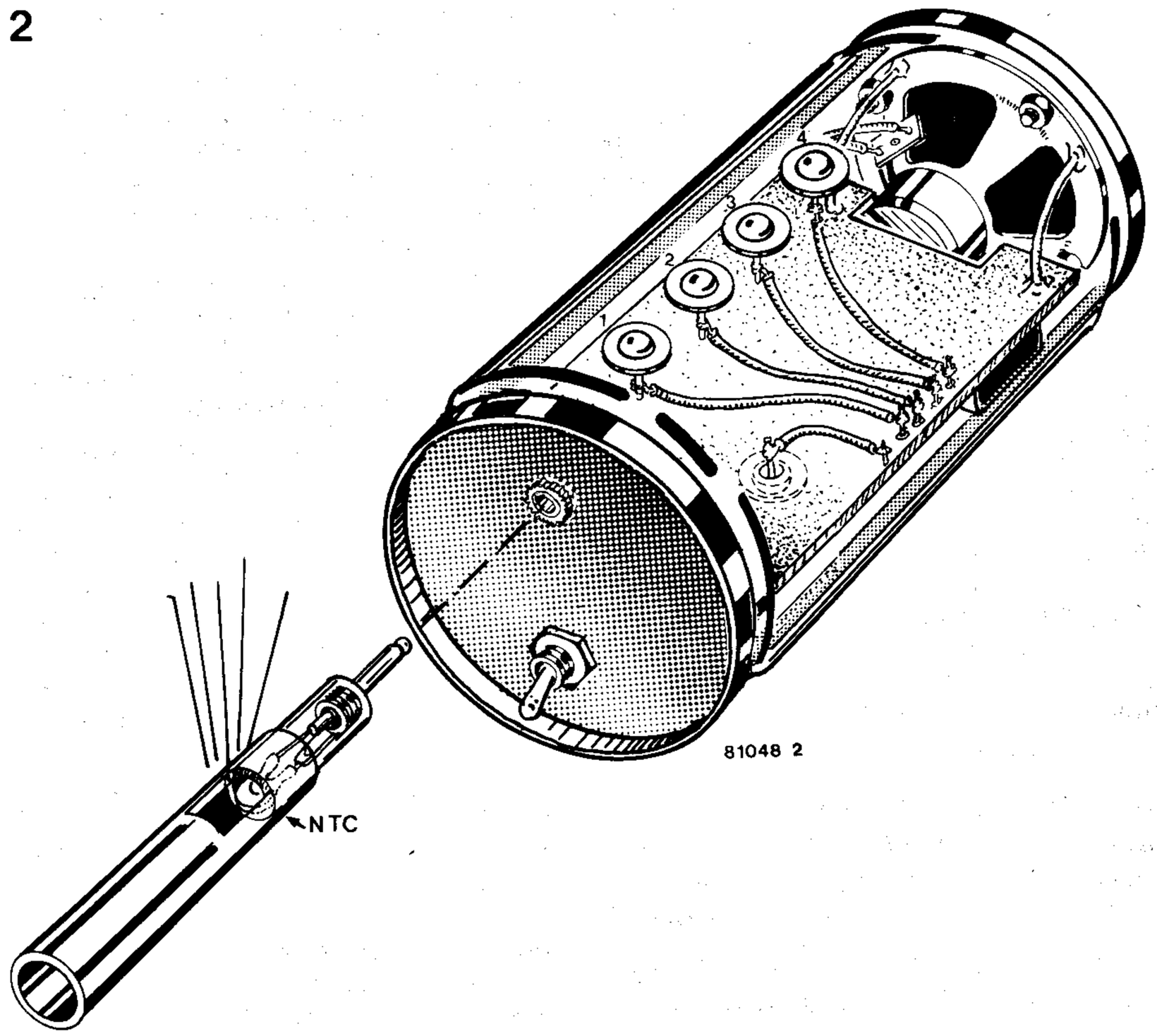



**Figura 2. Esta figura da una idea de cómo construir la gaita. La boquilla se hará con tubo de plástico y deberá llevar un pequeño orificio para la salida del aire.**

**Lista de componentes**

Resistencias

R1,R3,R5,R7 = 10 M
R2,R4,R6,R8,R15,R22 = 1 M
R9 = 22 k
R10 = 6k8
R11,R12 = 18 k
R13 = 8k2
R14 = 2k2
R16 = 15 k
R17 = 1k5
R18 = 47 k
R19 = 1k5 NTC
R20,R21 = 4k7
R23 = 3k3
R24 = 5k6
R25 = 820 Ω
P1,P2 = 5 k potenciómetro ajustable

Condensadores:

C1 = 100 n
C2 = 1 µ/16 V
C3 = 4µ7/16 V
C4 = 100 µ/16 V

Semiconductores:

T1,T2,T3 = BC 547B
D1 . . . D8 = 1N4148
D9 = diodo cener de 5V6, 400 mW
IC1 = 4049
IC2 = 741

Varios

S1 = interruptor unipolar
LS = Altavoz de 8 Ω/0,2 W

3

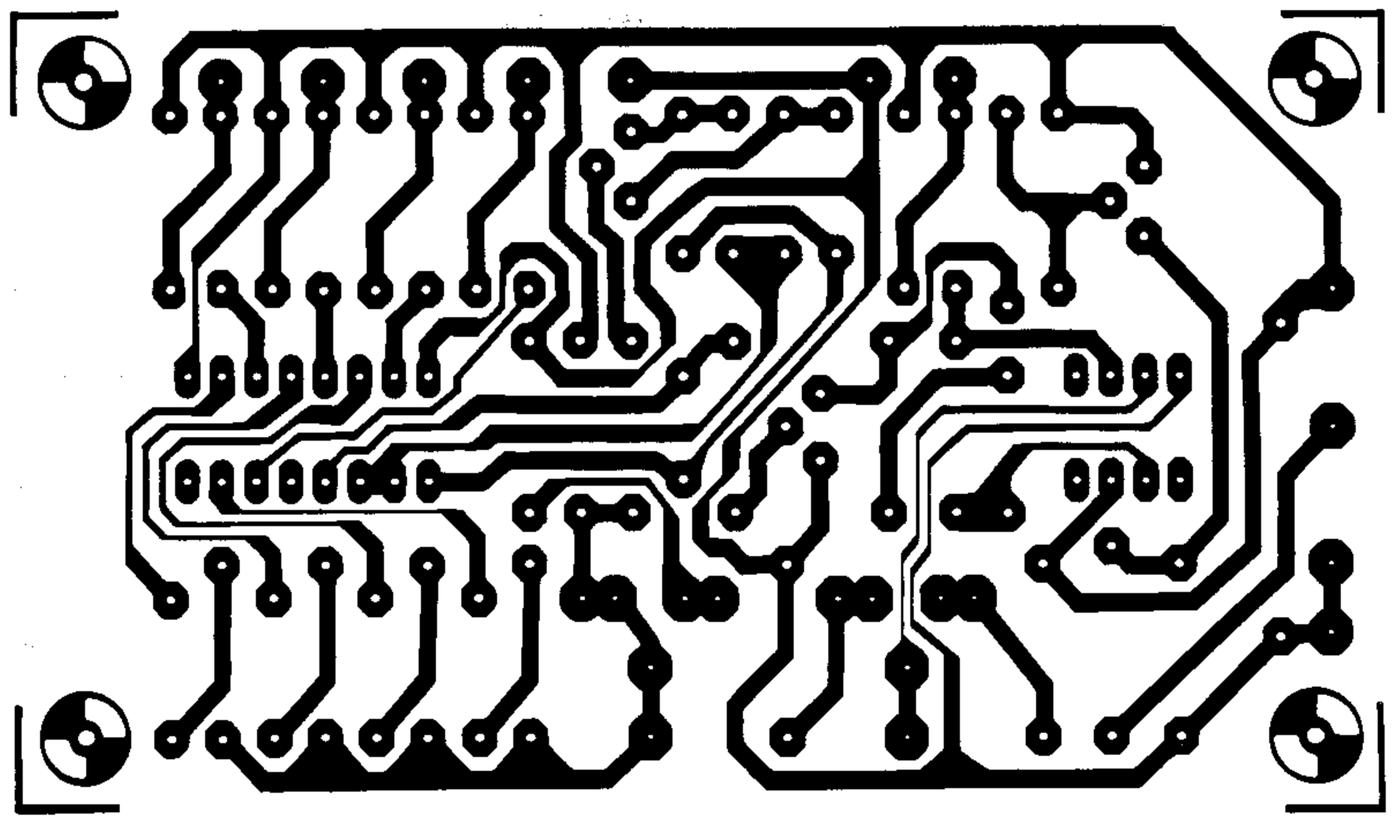



**Figura 3. Placa de circuito impreso y disposición de componentes.**

# movilata

R. Wenzelburger

## un verdadero robot

**Aunque este circuito no tiene demasiadas aplicaciones prácticas, los resultados finales pueden calificarse de interesantes, didácticos, y sobre todo, divertidos. Estamos seguros, que la mayoría de los lectores en algún momento han sentido curiosidad por el apasionante mundo de la robotica. Pues bien, este circuito le brinda la oportunidad de poner en práctica algunos de los rudimentos de esta maravillosa ciencia.**
**Nuestra «lata-robot» no habla ni «piensa», ni nada por el estilo; simplemente se mueve hacia atrás o hacia delante, al sonido de una palmada. Evidentemente, esto no es ninguna hazaña, ¡pero es bastante más de lo que hacen las demás latas!**

¿Cómo es posible otorgar el don de la movilidad a una lata? Para comprenderlo mejor echemos una mirada al circuito electrónico mostrado en figura 1. Para detectar la señal acústica producida por la palmada, se emplea un micrófono de cristal conectado a un amplificador de alta ganancia (10.000) formado por las puertas N6 y N1...N3. La ganancia de este amplificador puede variarse mediante el potenciómetro P1. La sección amplificadora, se hace a base de puertas CMOS —una aplicación poco conocida de estos componentes— (N1, N2, N3 y N4). Esta técnica, además de otras ventajas, presenta un consumo extraordinariamente bajo, lo cual ha sido uno de los motivos de su empleo.
Después de amplificar la señal, ésta se rectifica mediante el diodo D1 y se acondiciona (transformándola en una onda cuadrada) por medio de la puerta N7. El pulso resultante, nos permitirá hacer cuatro operaciones simultáneas. Al recibir la señal, el flip-flop FF1 recobra su estado inicial (se pone a cero), haciendo que el transistor T5 entre en conducción, con lo cual los emisores de T3 y T4 quedan conectados a masa. En esta situación, una segunda palmada no tendrá ningún efecto sobre este flip-flop, sin embargo la salida de FF2 cambiará de estado con cada señal de estímulo (una palmada). Este segundo flip-flop controla el sentido de giro del motor M. Esto se consigue mediante un puente de transistores, compuesto por T1...T4. Cuando la salida Q de FF2 está a nivel bajo, el transistor T3 entra en conducción y T2 en corte (ambos a través de N9). De forma similar, cuando la salida $\overline{Q}$ de este flip-flop alcanza el nivel alto, T1 y T4 pasan al estado de conducción y corte, respectivamente, a través de la puerta N8. En esta situación, la corriente que circula por el motor, fluirá también por los transistores T1, T3 y T5. En la situación contraria (salida Q de FF2 a nivel alto) la corriente del motor circulará (en sentido contrario) por los transistores T2, T4 y por supuesto, por T5.
La puerta N7 manda una parte del impulso de disparo al multivibrador monoestable formado por N4 y N5, el cual elimina la condición de puesta a cero en el contador IC1, durante tres segundos aproximadamente. Si en este período, la entrada de reloj de IC1 recibe cuatro impulsos de estímulo (palmas) seguidos, la salida Q4 del contador pasará a nivel alto, con lo cual, el transistor T5 (a través de FF1 y N10) pasará al estado de corte. En otras palabras, dando cuatro palmadas seguidas, la lata se detiene.
Finalmente, la célula C9/R12, trabaja como circuito de *puesta a cero inicial,* evitando que el motor entre en funcionamiento al aplicar la tensión de alimentación por primera vez.

## Estructura mecánica del robot

El circuito de la movilata se montará en dos placas circulares de circuito impreso. Primeramente dividiremos la lata en dos partes. En la figura 2 se muestra la disposición mecánica del circuito.

1

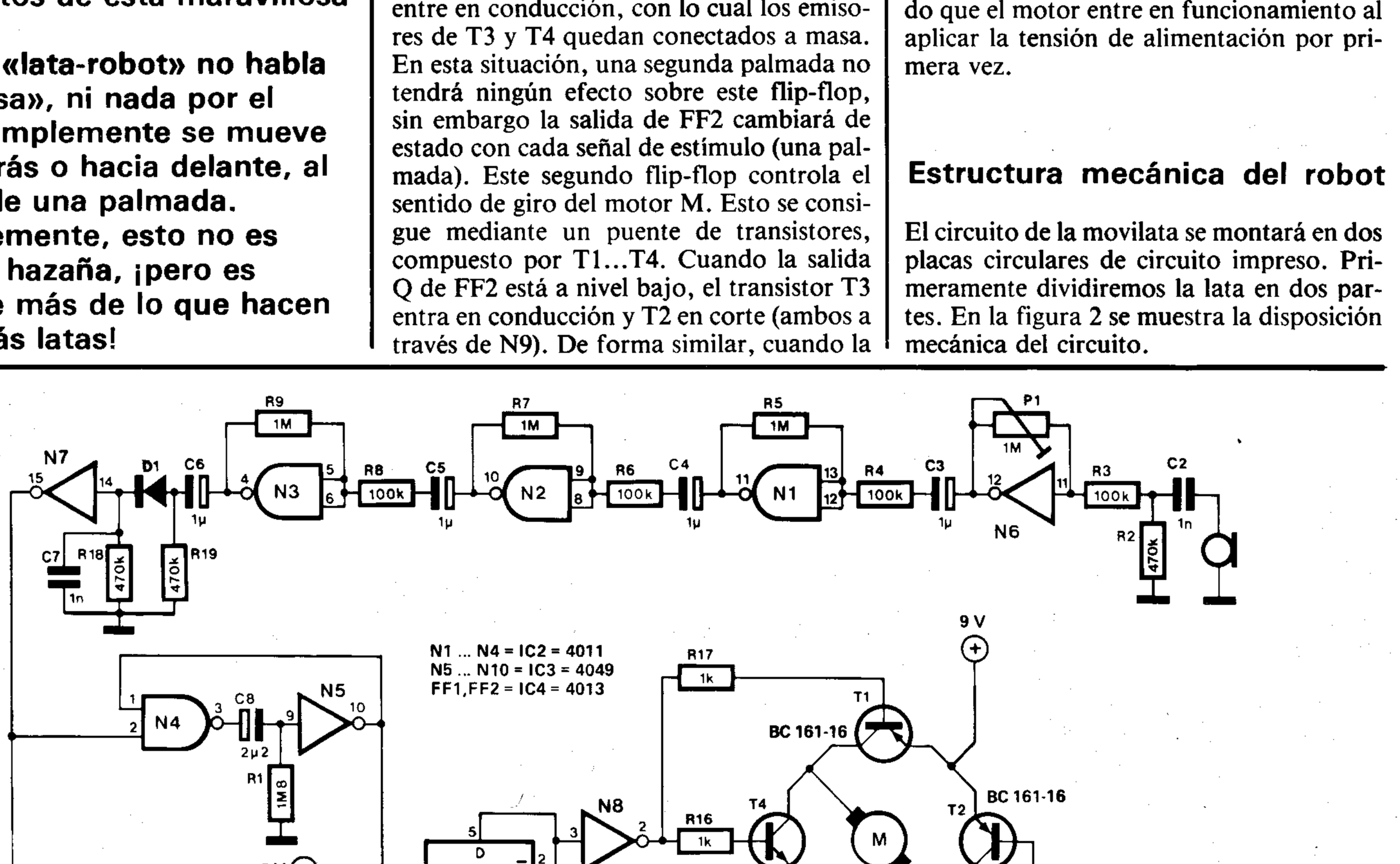



**Figura 1. El circuito de la lata-robot se puede dividir en tres bloques principales: El amplificador analógico CMOS (N6 y N1... N3), el circuito de control (FF1, FF2, IC1, y N4), y el circuito motriz (N8, N9 y T1 a T4).**

La batería de 9V que sirve de alimentación al circuito, se fijará en una de las tapas, por ejemplo, con cinta adhesiva de doble cara. Un buen lugar para montar el micrófono puede ser la abertura que queda al quitar el sello hermético de la lata. Las dos placas de circuito impreso se fijarán a las paredes de la lata, justo detrás de la pila y el micrófono. El motor de corriente continua (6V...9V) se atornillará en la base opuesta de la lata. En el eje del motor se colocará un disco de material ligero, en el que se fijarán unos contrapesos. Este es el único componente especial que lleva el montaje, ya que es bastante improbable que haya una pieza similar en su cajón de componentes; por lo tanto unas palabras sobre su construcción, aclaran un poco las cosas.
El disco se cortará de una placa de Veroboard, o cualquier otro material similar (metacrilato, placa de circuito, etc.). El diámetro del mismo será un centímetro inferior al de la lata y llevará un orificio central que servirá para fijarlo al eje del motor (debe estar lo más centrado posible). En la periferia del disco se practicarán cuatro orificios en los que irán atornillados los contrapesos. La posición de estos orificios debe coincidir exactamente con los puntos cardinales del disco, es decir en posición simétrica. Los contrapesos se fabricarán de chapa metálica o de plomo y se fijarán con tornillos al disco. El conjunto totalmente motando pesará alrededor de 100...200 gr. y se deberá equilibrar lo más exactamente posible, para evitar que la lata tenga posiciones inestables. Para que el disco gire con suavidad, puede ser necesario un cierto número de ajustes. En cualquier caso siempre es posible añadir algunos contrapesos en la base de la lata para equilibrar el sistema (una vez montado).
S1 (interruptor miniatura de tipo palanca), se instalará en una de las bases de la lata. Como alternativa, puede sustituirse este interruptor por uno de mercurio, de forma que el circuito se active al poner la lata en posición horizontal.
Será conveniente hacer una comprobación exhaustiva del conjunto antes de sellar la lata (después, quizá sea demasiado tarde). Si todas las cosas marchan de acuerdo al plan previsto, esta misma noche podrá invitar a todas sus amistades para ofrecerles una magnífica representación de «las latas amaestradas». ◀

2

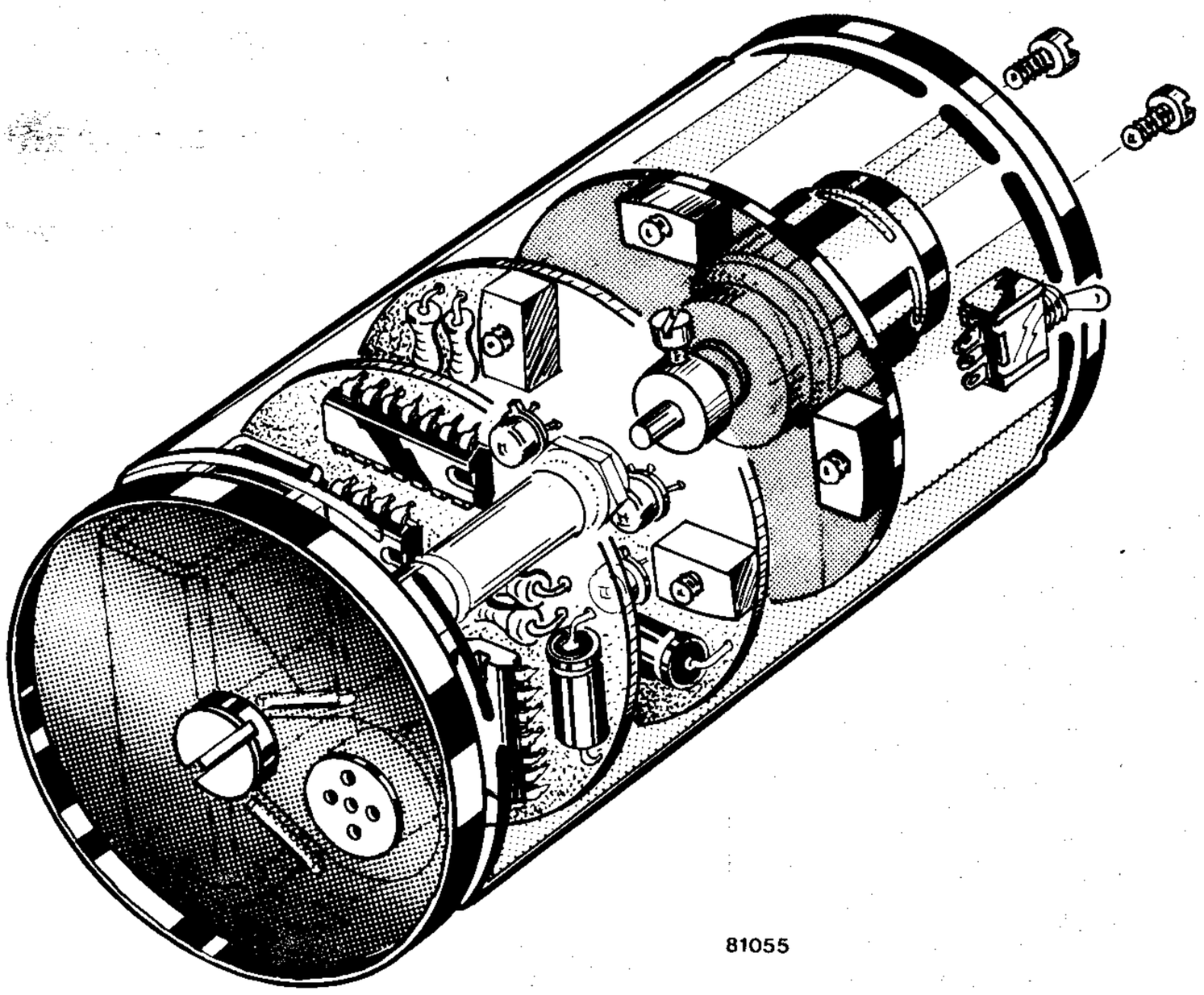



**Figura 2. Construcción mecánica de la lata-robot. El disco de contrapeso debe quedar perfectamente balanceado.**

# timbre electrónico

## L. van Ginderen

El número de aplicaciones de los circuitos generadores de sonidos especiales, es ciertamente asombroso. No es extraño que los aficionados a la electrónica, que gustan de estos circuitos vean en este montaje un «bocado» especial. La sencillez del circuito y su reducido costo, son sus características principales.

1

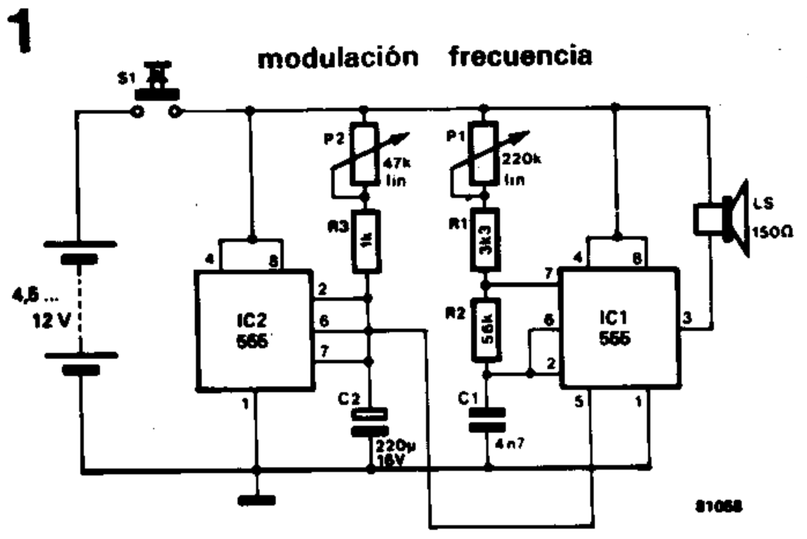



**Figura 1. IC2 proporciona la señal que modula en frecuencia el tono generado por IC1.**

El circuito produce un sonido parecido al de la sirena de la policía. La mayor parte del trabajo lo realizan dos circuitos integrados del tipo 555. El primero de ellos, genera una señal cuya frecuencia está dentro de la gama audible y se puede variar mediante el potenciómetro P1. La salida de este integrado (IC1) ataca directamente al altavoz.
El tono generado por IC1 es modulado por una señal en diente de sierra producida por IC2. La frecuencia de la señal en diente de sierra se ajusta mediante el potenciómetro P2. Como resultado, el circuito genera una señal de frecuencia modulada cuyo sonido es similar al de una sirena. La frecuencia central del tono emitido se ajustará con P1 y el período de modulación con P2.
El circuito es suficientemente compacto como para montarlo en el interior de una lata, junto con las baterías y el altavoz. Estamos seguros de que el lector encontrará multitud de aplicaciones para el circuito, por ejemplo, es el regalo ideal para niños (timbre para la «bici», sirena de policía, alarma antiaérea, etc.).

E. Müller

# duelo electrónico en el lejano Oeste

**Muchas veces, viendo una película del Oeste, habrá soñado con ser el protagonista, sobre todo cuando el bueno, con rostro impenetrable, reta a duelo al sanguinario forajido (el malo), mientras un silencio creciente parece que va a acabar con nuestros nervios**
**ELEKTOR pone a su alcance todo esto y mucho más por sólo algunos cientos de pesetas y un poco de trabajo bien hecho. Además, en nuestra versión (como en las películas) nunca se le acabarán las balas, ni tendrá que recibir el consabido tiro en el hombro (ya que el rayo de luz es totalmente inofensivo).**

Los únicos componentes electrónicos, requeridos para la construcción de la «artillería», son dos pilas de 9 voltios, un condensador, una bombilla, un interruptor y una lente con distancia focal entre 30 y 50 mm.
El blanco (su oponente) consiste simplemente en un disparador óptico «trigger schmitt» de umbral ajustable (para poder trabajar a cualquier nivel luminoso). El circuito de la «pistola luminosa», se muestra en la figura 1. Dos baterías de 9V (aunque sólo se haya dibujado una) cargan el condensador cuando el circuito está en reposo. Al pulsar el microinterruptor (S), el condensador se descarga rápidamente a través de la baja resistencia que presenta la bombilla. Para producir un destello de suficiente intensidad, se le aplica a la bombilla una tensión tres veces superior (durante una fracción de segundo) a su voltaje nominal. Además, para concentrar la luz, se emplea una lente biconvexa. Como es lógico, la bombilla se deberá situar exactamente a la distancia focal de la lente.

1

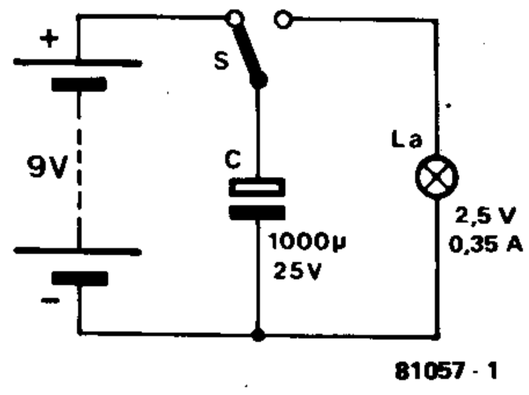



**Figura 1. El circuito de la pistola, es asombrosamente simple. El destello se produce cuando al cerrar el microinterruptor se descarga el condensador sobre la bombilla.**

En la figura 2 se muestra un posible ejemplo de construcción para la pistola. El microinterruptor se montará de forma que se actúe, al apretar el gatillo. Si se quiere dar más realismo a los disparos, es conveniente sustituir las pilas por una fuente de alimentación exterior.
Si se decide por montar una galería de tiro, en lugar de batirse en duelo, será preciso establecer un número máximo de disparos para cada jugador.
En la figura 3 se muestra el circuito empleado en los blancos. Se trata de una disparador óptico (trigger schmitt) formado por dos transistores y un LDR (Resistencia Dependiente de la Luz). Inicialmente, el disparador se ajustará al nivel de la luz diurna para que este no se vea afectado por los cambios de luz (si se ajustara a un nivel bajo de luminosidad, podría quedarse continuamente disparado). Es decir, el LDR presentará una resistencia (relativamente) alta y T1 conducirá. Como resultado de esto, el transistor T2 quedará cortado haciendo que los dos LEDs (D1 y D2) se apaguen. Si a continuación, el LDR recibe el rayo de luz (de la pistola), la situación se invertirá; es decir, la tensión en la base de T1, causada por la caída en la resistencia LDR, hará que este transistor entre en corte y que T2 conduzca, encendiéndose los dos LEDs. Esta situación se mantendrá así hasta que se produzca un nuevo incremento de la resistencia LDR (disminución de la luz incidente).
El circuito completo del blanco, puede introducirse en una lata de cerveza vacía, sin demasiadas dificultades (sólo hay que encontrar a alguien que se haga cargo del contenido de las latas...). El único problema puede ser la colocación de los LEDs y el LDR formando la cara del dibujo (véase la figura 4).
Los dos potenciómetros ajustables P1 y P2,

2

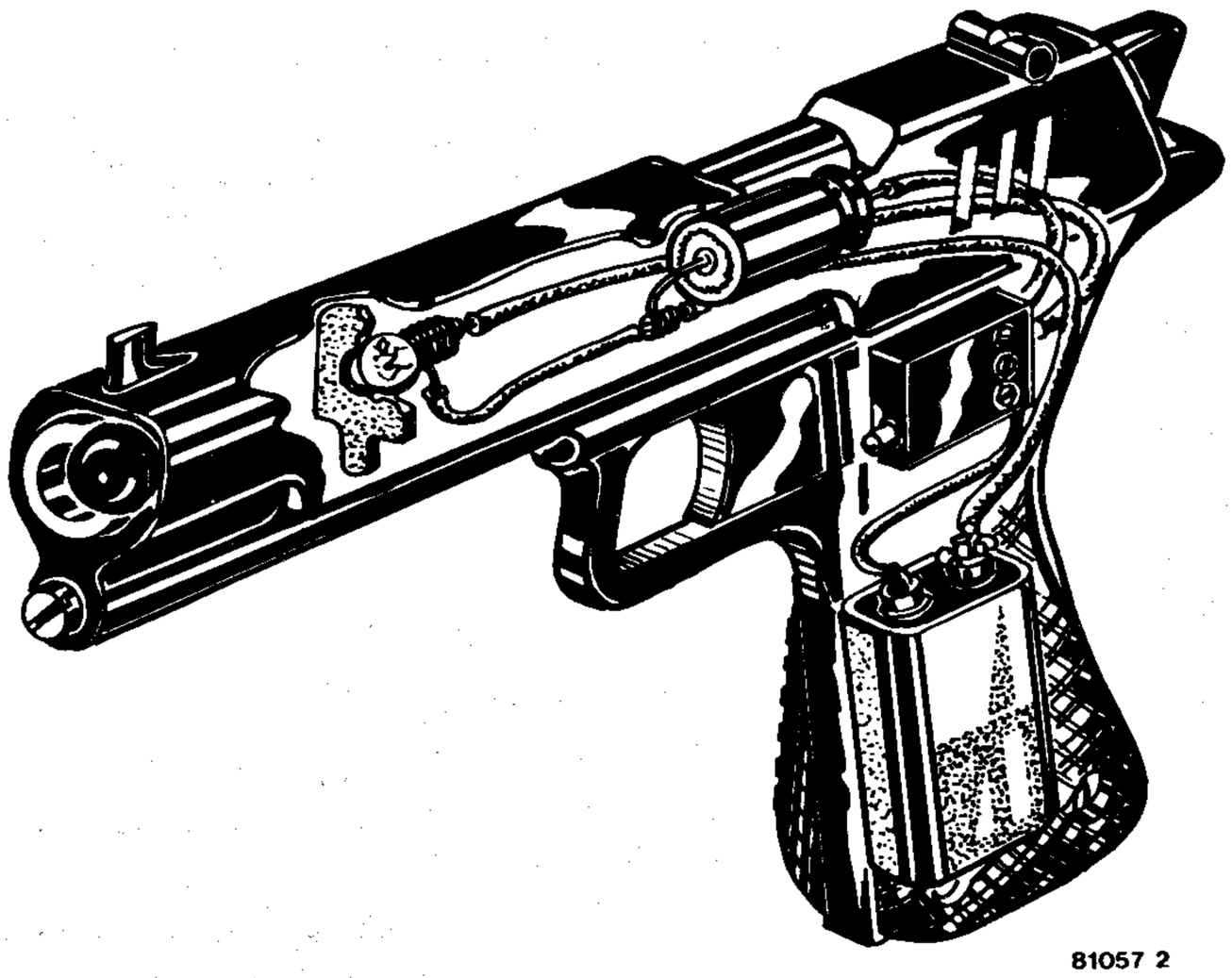
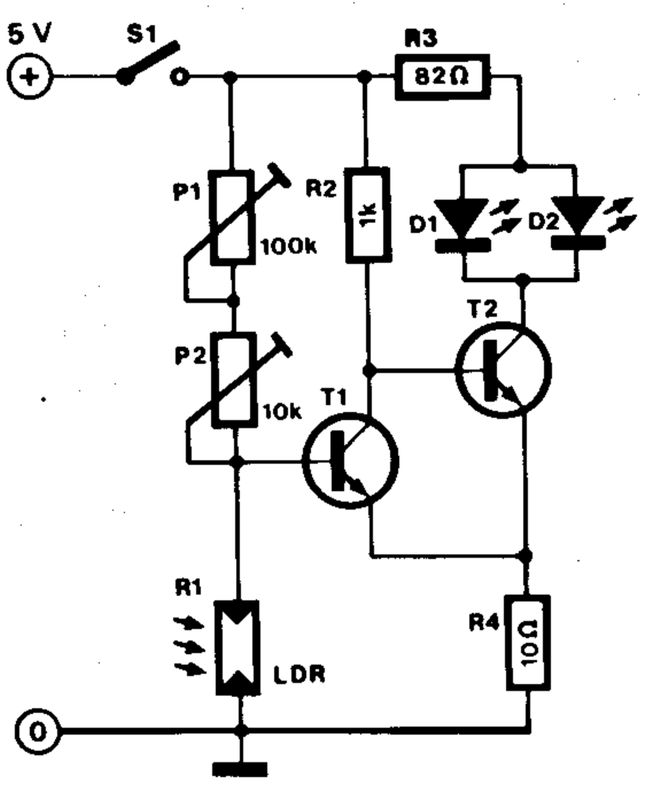



**Figura 2. Diseño propuesto por ELEKTOR para construir la pistola. Puede sustituirse la batería por una fuente de alimentación exterior.**

3




T1,T2 = TUN (BC 107, BC 547)

**Figura 3. El circuito del blanco no es más que un disparador óptico trigger schmitt. Cuando una luz más intensa que la del ambiente incide sobre el LDR se encienden los LEDS.**

4

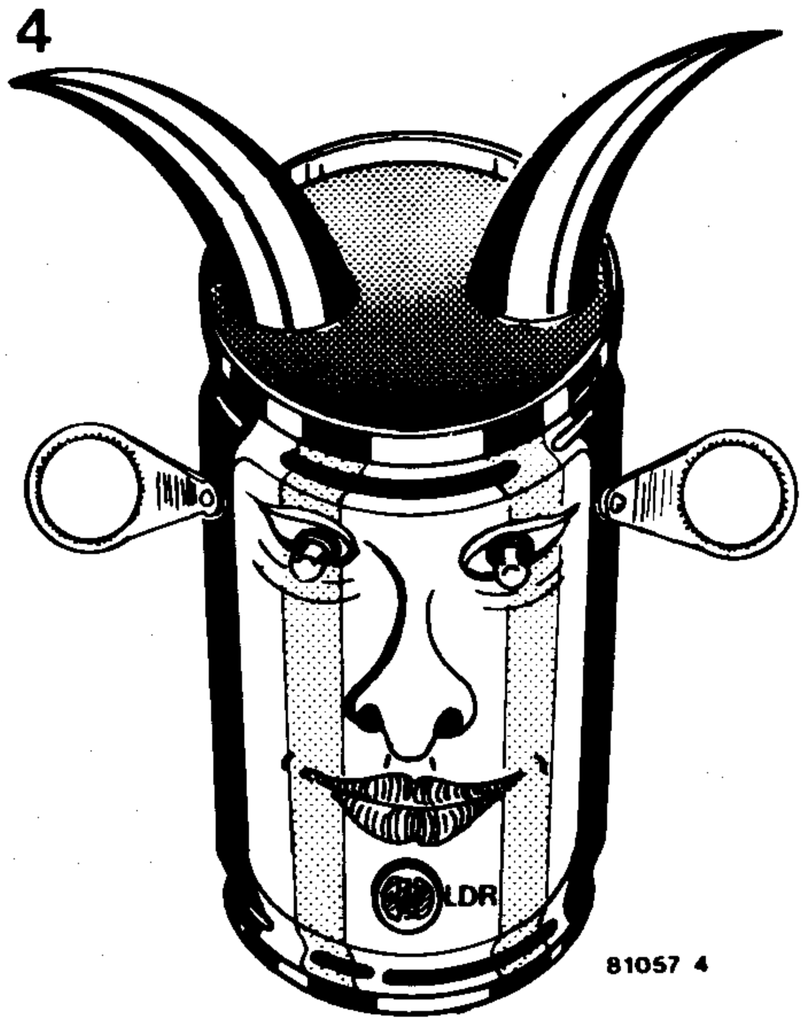



**Figura 4. Los LEDs y el LDR se colocarán formando una cara (la del oponente).**

se regularán de forma que el disparador trigger schmitt esté muy próximo al umbral de disparo, con lo cual al recibir la luz de la pistola, éste se disparará. P1 es el ajuste grueso de sensibilidad y P2 el fino. Por supuesto, si la luz ambiente es demasiado intensa, será imposible ajustar P1 y P2 para que los LEDs queden apagados. La solución en estos casos, es, lógicamente, reducir el nivel luminoso (a menos que éste sea el del sol, ¿pero qué hace usted en la calle jugando a los cowboys?).

Tan pronto como se hayan efectuado los dos ajustes (P1 y P2) el circuito está listo para funcionar. La distancia entre el blanco y el tirador no debe ser mayor de 10 m. Como en otros juegos similares a éste, cuando el rayo de luz se encuentra centrado en la dirección del blanco, el LDR registrará un impacto encendiendo el LED correspondiente. Para reactivar el blanco, sólo hay que disminuir momentáneamente el nivel luminoso ambiental que incide en el LDR (pasando la mano por delante del LDR, por ejemplo).

**W. Korell**

# termómetro de baño

**Para muchas personas, la temperatura del baño es una cuestión delicada que no debe dejarse al azar; y tienen para ello muy buenas razones: meterse en un baño excesivamente caliente no es una experiencia demasiado agradable (por decirlo de alguna manera). Por tanto no parece mala idea tomar las debidas precauciones, midiendo la temperatura del agua, por ejemplo, con el termómetro de baño que se propone en este artículo. Este circuito, estamos seguros, colmará las necesidades, incluso de los más exigentes, en un tema tan personal como es la temperatura del baño.**

El termómetro de baño emplea una columna de 16 LEDs para dar una indicación de temperatura, dividida en tres rangos: frío (amarillo), «en su punto» (verde), y caliente (rojo). Es decir, el agua del baño estará a la temperatura correcta cuando uno de los LEDs verdes esté encendido (luego cada uno, dentro de esta gama, puede marcar en la escala su «temperatura ideal»).

## Circuito

El circuito completo para el termómetro de baño se muestra en la figura 1. Todos los circuitos necesarios para controlar la columna de LEDs (D1...D16), se encuentran en el interior de IC1 (UAA 170). La escala del termómetro se determina por la tensión presente en las patillas 12 y 13 de IC1. El umbral superior (patilla 13), se ha fijado aproximadamente a una tensión de 5,2V, mientras que el umbral inferior (patilla 12), es ajustable mediante el potenciómetro P1. Cuando la tensión de entrada (patilla 11) salga de los límites de la escala, se encenderá continuamente el primer o último LED de la columna, dependiendo del umbral que se haya sobrepasado (inferior o superior, respectivamente). La tensión de entrada es función de los valores de las R2, R3 y del NTC (resistencia dependiente de la temperatura, de coeficiente negativo; NTC = = negative temperature coeficient), es decir, la resistencia que presenta el conjunto varía de acuerdo con la temperatura. Para los más exigentes, se ha dispuesto el potenciómetro P2, con el que se podrá hacer una calibración en grados de la escala del termómetro.

La alimentación del circuito está a cargo de dos pilas de 9V, con lo cual se consigue una

1

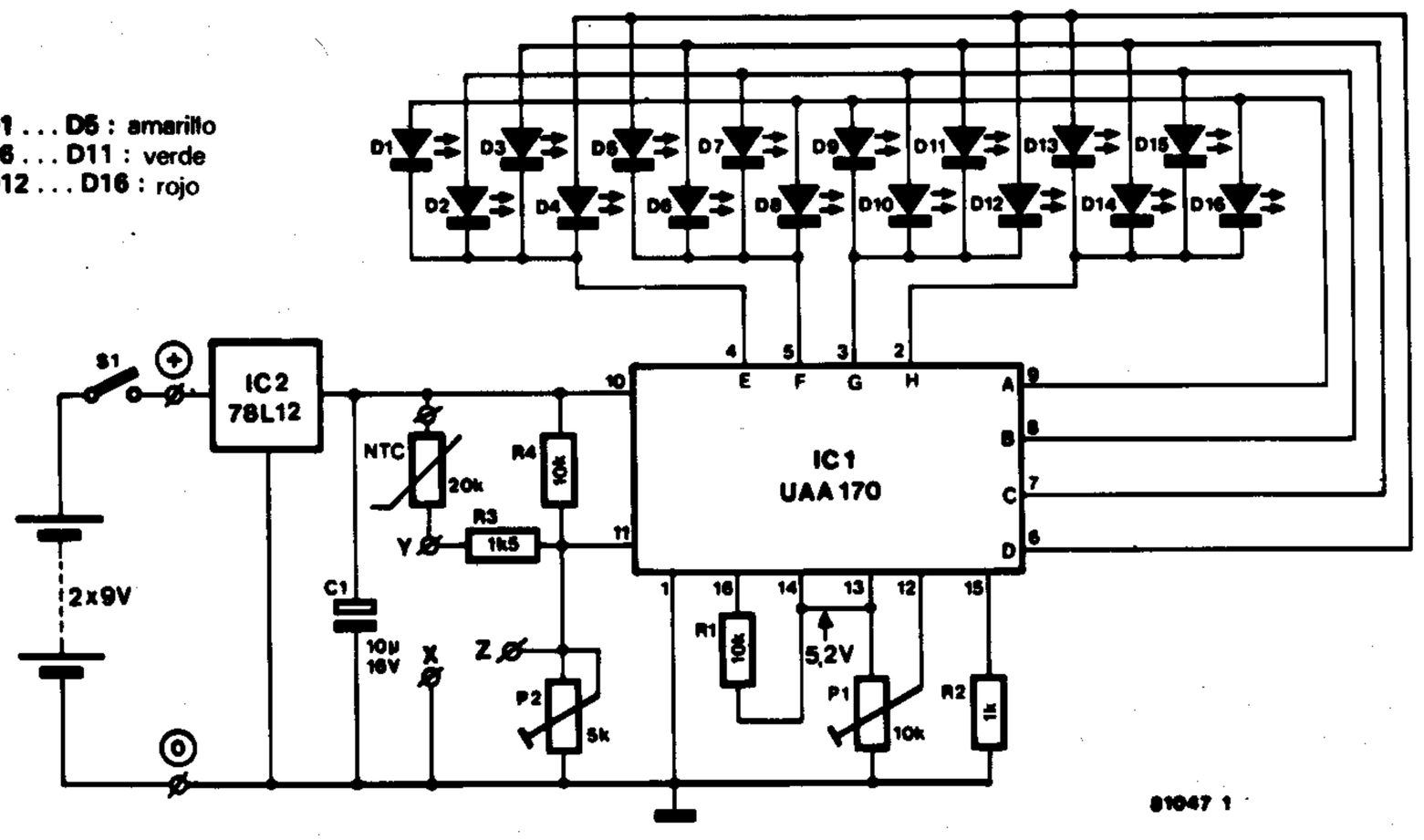



**Figura 1. Circuito eléctrico del termómetro de baño. La columna de LEDs proporciona una precisa indicación de la temperatura (en grados centígrados si se desea). La gama de temperatura visualizada por los LEDs, puede ser ajustada mediante P2. Los puntos X, Y y Z, están destinados para otra aplicación de este circuito.**

2

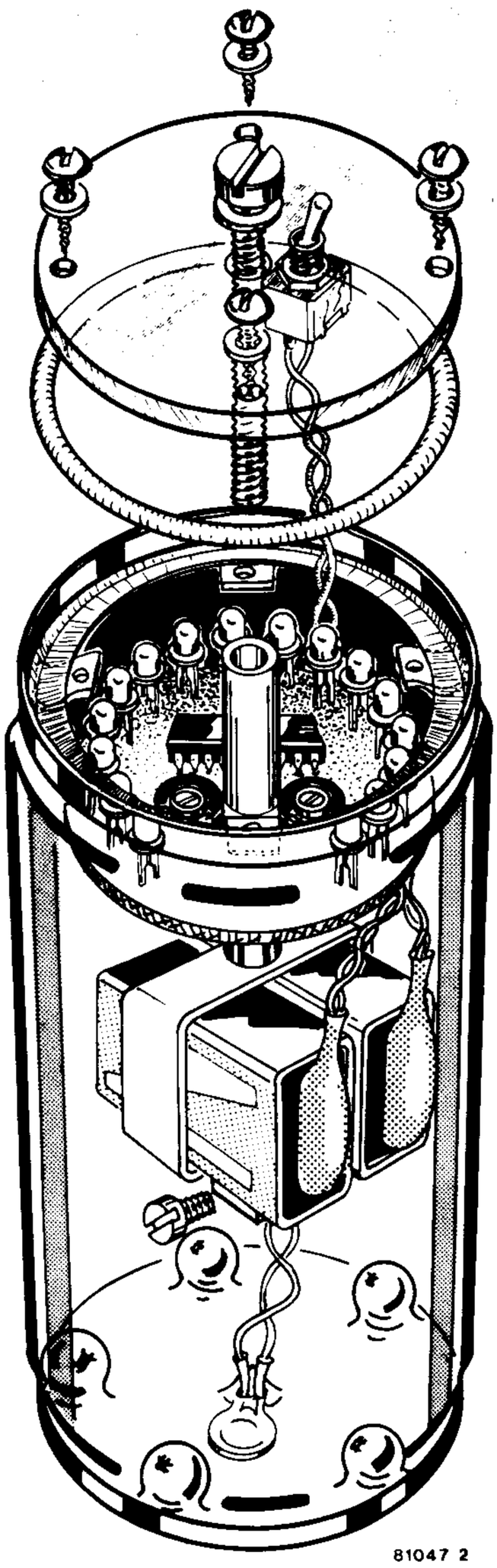



**Figura 2. Prototipo del termómetro de baño y de los componentes necesarios para su construcción.**

gran autonomía. La tensión de alimentación (patilla 10 de IC1) se estabiliza a 12V mediante el regulador de tensión IC2 (78L12). La resistencia R1 tiene como misión fijar la luminosidad de los LEDs.

## Construcción

¿Cómo poner todos estos componentes dentro de un bote? En primer lugar se montará la placa de circuito impreso mostrada en la figura 3, y a continuación se comprobará el correcto funcionamiento del circuito electrónico.
La lata se abrirá, haciendo un corte lo más limpio posible, de forma que los bordes no presenten ninguna arista cortante; con un poco de habilidad, se puede abrir la lata de forma que quede una solapa circular, que posteriormente servirá como soporte de la tapa de cierre. Se practicarán uno o dos orificios en la base de la lata para pasar los cables de conexión del termistor NTC. El NTC, se fijará a la base inferior mediante una resina epoxi, de manera que los orificios de los cables queden totalmente cubiertos e impermeabilizados. Una vez sellados los orificios de la parte inferior se pegarán en el fondo de la lata (en el interior) algunas bolas de rodamiento que servirán como contrapeso y darán al conjunto una flotación estable (véase la figura 2). Una buena solución para el montaje es hacer una unidad compacta de las tres piezas que componen el termómetro de baño (placa de circuito, carátula transparente y pilas) como se muestra en la figura 3. Otra solución es fijar las pilas en el fondo de la lata, las cuales a su vez actuarán como contrapeso. La carátula transparente y la placa de circuito impreso deberán ir separadas una altura igual a la de los LEDs. La carátula debe llevar cuatro orificios mediante los cuales se fijará (con tornillos) a la parte superior de la lata. Los tornillos se introducirán en cuatro solapas que previamente se habrán fijado firmemente en el interior de la lata. Para impermeabilizar el conjunto, se deberá colocar una banda o arandela de goma entre la carátula y el borde de la lata. Finalmente se montará un interruptor de tipo miniatura en la carátula (también se emplearán arandelas de goma para sellar las posibles entradas de agua).
Una vez instalados los componentes dentro de la lata, se conectarán al circuito impreso los cables de las baterías, interruptor y del termistor. De nuevo debe hacerse una prueba, por si hiciera falta un reajuste de P1 y P2. Normalmente la temperatura del baño, suele oscilar entre 24° y 38° C.
Con esto, el termómetro está listo para recibir su primer «baño». Si al introducirlo en el agua flota demasiado, o lo hace escorado, se deberán añadir o retocar los contrapesos. Como puede verse en la figura 3, la placa de circuito impreso es un diseño «multiaplicaciones». El círculo interior tiene el mismo diámetro que las latas de cerveza, y el exterior se corresponde con el de la mayoría de los cuentarevoluciones del mercado.
Por supuesto, también puede emplearse este circuito como taquímetro (con o sin lata) para un automóvil.

**Lista de componentes**

Resistencias

**R1,R4 = 10 k**
**R2 = 1 k**
**R3 = 1k5**
**P1 = 10 k** potenciómetro ajustable
**P2 = 5 k** potenciómetro ajustable
**NTC = 20 k** termistor

Condensadores:

**C1 = 10 µ/16 V**

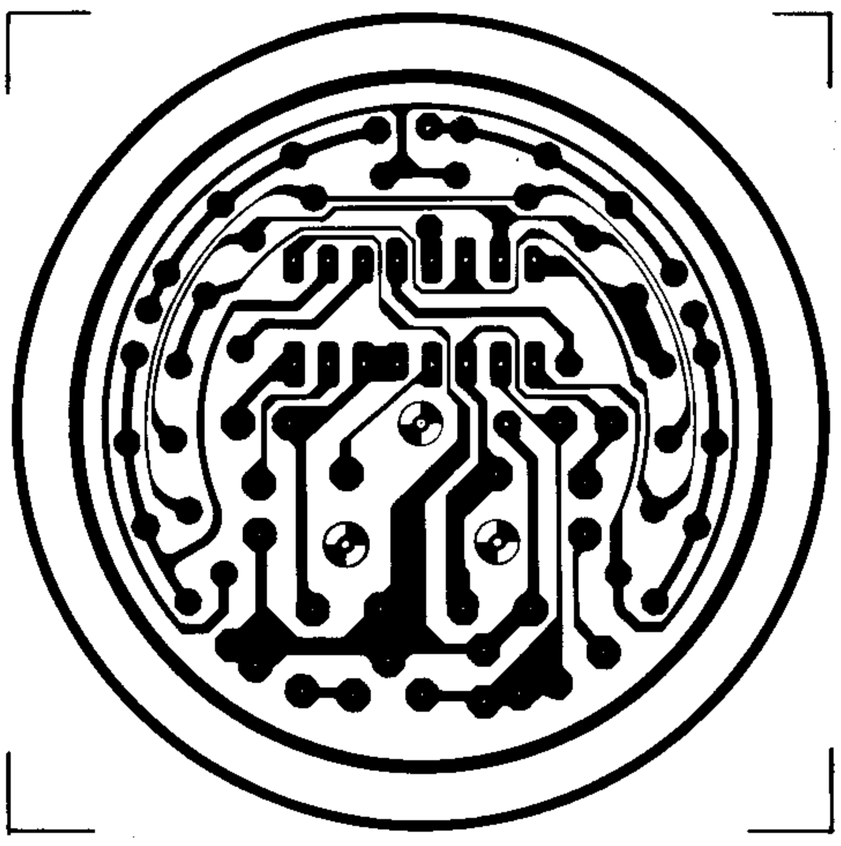
Semiconductores:

**D1 . . . D5 =** amarillo **LED**
**D6 . . . D11 =** verde **LED**
**D12 . . . D16 =** rojo **LED**
**IC1 = UAA 170**
**IC2 = 78L12**

Varios:

**S1 =** interruptor miniatura de palanca

3



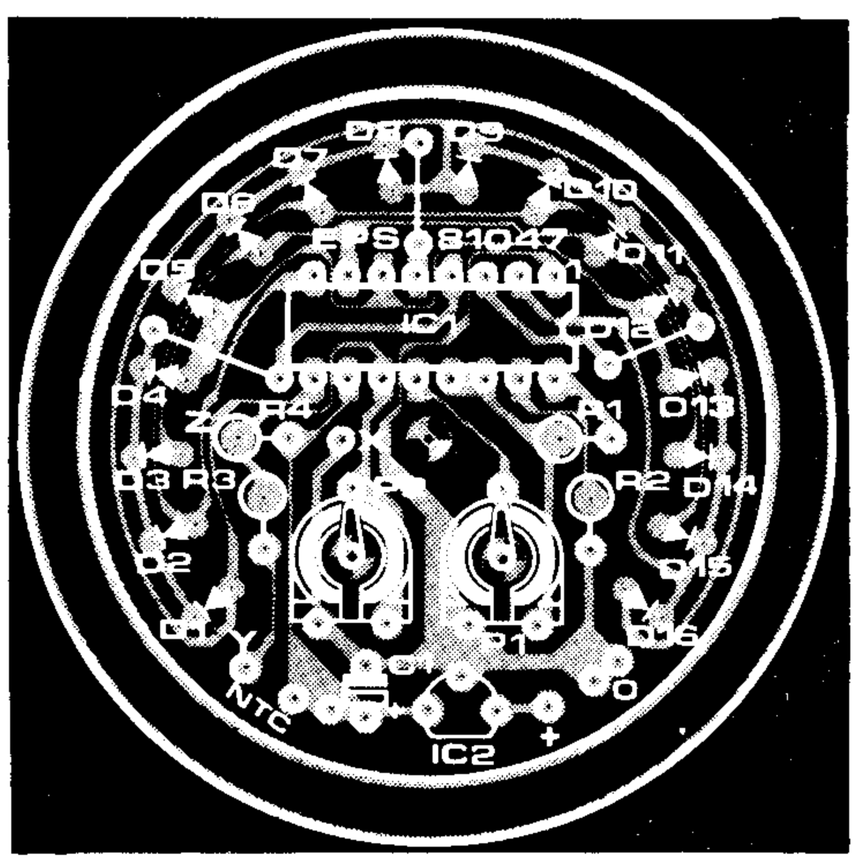



**Figura 3. Circuito del termómetro de baño «multipropósito» (ver texto).**

# el junior computer crece

## un vistazo a sus posibles ampliaciones

**Desde que Elektor publicó el primer artículo sobre el Junior Computer, nuestras oficinas se han visto inundadas por las preguntas de nuestros lectores que querían saber cuáles eran sus posibilidades de ampliación. Básicamente todas las cuestiones pueden reducirse a una; ¿cómo puede ampliarse el Junior Computer y en qué medida? Vamos a tratar de responder brevemente a esta pregunta.**

Como es lógico existe un gran número de posibilidades para desarrollar el Junior Computer, sin embargo, decir que éstas son ilimitadas no es, a nuestro modo de ver, juicioso. A la hora de pensar en las posibles ampliaciones para el Junior Computer conviene ser críticos y pensar solamente en aquellos elementos que puedan tener una aplicación real. Por esta razón la lista de ampliaciones de *hardware* y *software* las hemos limitado a los puntos que ha continuación se exponen. Obviamente no se trata más que de una breve relación cuyos detalles se estudian en profundidad en los libros 2 y 3 que, dedicados al Junior Computer, se van a publicar próximamente.

### 1. Circuitos de interface

El primer elemento de hardware a desarrollar creemos que ha de ser, lógicamente, un interface de cassette. En la tarjeta de interface que se está diseñando se ha incluido este elemento que tiene la posibilidad de conectar dos grabadoras por separado. El interface de cassette puede ser controlado por medio de un teclado hexadecimal y por un teclado ASCII (lógicamente en este último caso existen muchas más posibilidades).
La tarjeta de interface contiene 1k de memoria RAM (2 × 2114) una entrada/salida para el usuario (6522) y un interface standard RS 232. Asimismo está prevista la posibilidad de añadir dos zócalos que pueden utilizarse para una mayor ampliación de memoria. En dichos zócalos pueden insertarse uno de los siguientes circuitos integrados: 2708 (1k EPROM), 2716 (2k EPROM) ó 8114 (1k RAM). De este modo se tiene la posibilidad de ampliar entre 3k y 5k la capacidad de memoria del ordenador.

### 2. Ampliaciones de memoria

En ELEKTOR n.° 9 (febrero de 1981) publicamos un artículo que describía una placa de memoria RAM/EPROM y su aplicación al Junior Computer. Como somos conscientes del que el precio de las memorias EPROM 2732 es bastante elevado, en estos momentos estamos examinando diversas posibilidades con el fin de desarrollar una versión más barata, sin embargo, no podemos prometer nada de momento.

### 3. Periféricos

Al Junior Computer se le pueden añadir varios periféricos, tales como un interface de vídeo y un teclado ASCII (se puede utilizar el Ekterminal que se publicará en la revista ELEKTOR n.° 13, correspondiente a junio de 1981), así como una impresora. En el libro n.° 3 dedicado al Junior Computer se explicará exactamente como pueden conectarse estos periféricos.

### 4. Programador de EPROM

Aunque los programas pueden almacenarse en una cassette, ciertas rutinas es mejor almacenarlas en un sistema de memoria permanente. Por esta razón en estos momentos estamos desarrollando un programador de memoria EPROM que podrá utilizarse con las memorias 2708, 2716 y 2732, así como con sus derivados que tienen patillaje JEDEC. El programador consiste en una unidad que va provista de módulos enchufables para los diversos tipos de memoria.

### 5. Memoria permanente

Teniendo presente la posibilidad ofrecida por el punto 4, se han desarrollado los programas editor, esamblador y desensamblador para su uso con un teclado ASCII (v.gr. el Ekterminal) y una impresora. Estas rutinas le permitirán desarrollar, preparar y listar sus propios programas con gran rapidez y eficacia.

### 6. Sugerencias

Existen multitud de puntos que son todavía objeto de discursión. Por este motivo todas las sugerencias que los lectores quieran hacernos serán bien recibidas. Por ejemplo, ¿le gustaría programar Junior Computer en un lenguaje de alto nivel? Nos imaginamos que sí, pero entonces la pregunta siguiente es ¿y que lenguaje prefiere? ¿alguna de las numerosas versiones del BASIC? (¿cuál?) o prefiere dar el salto en el vacío que supone utilizar el PASCAL. ¿Qué piensa de poder utilizar una unidad de floppy disc? (en este último caso recuerde el precio de una unidad de disco). En fin, le agradeceremos que nos envíe todas sus ideas.

### 7. Programas

¿Qué tipo de programas quiere utilizar en su Junior Computer? ¿juegos? ¿contabilidad? ¿cálculo? etc. ¡Desde luego existen posibilidades muchas más interesantes que las que ofrecen los programas del reloj digital y de medición de reflejos! Si usted ha escrito y desarrollado algún programa que cree interesante, no sea tímido y envíenoslo. Este puede ser el principio de un club de usuarios del Junior Computer o, incluso puede ser que lo publiquemos en la revista.

### A todos aquéllos que no pueden esperar más...

Somos conscientes de que bastantes de nuestros lectores están ansiosos por ver publicadas lo antes posible las posibilidades de ampliación del Junior Computer. A todos ellos les agradecemos su interés y les rogamos que tengan presente lo siguiente:
A) Con la publicación del montaje del Junior Computer, se han interesado por el mundo de los computadores una gran cantidad de lectores que no tienen ninguna experiencia previa en este campo, por esta razón es necesario que los libros y los artículos referentes al Junior Computer sigan sus pasos y sus gustos (así como sus posibilidades económicas a la hora de adquirir los diversos elementos). Lógicamente esta técnica del paso a paso produce una gran impaciencia a las personas ya introducidas en el mundo de los computadores.
B) El desarrollo de las placas de doble cara correspondiente a la placa principal del Junior Computer y a los circuitos de interface requieren una gran cantidad de tiempo y esfuerzo para su desarrollo, y conviene no olvidar que, ELEKTOR publica otros muchos proyectos que también requieren investigación técnica.
Finalmente sólo pedir a nuestros lectores que sean un poco pacientes con nosotros, ya que creemos que la espera merece la pena.

# elektor

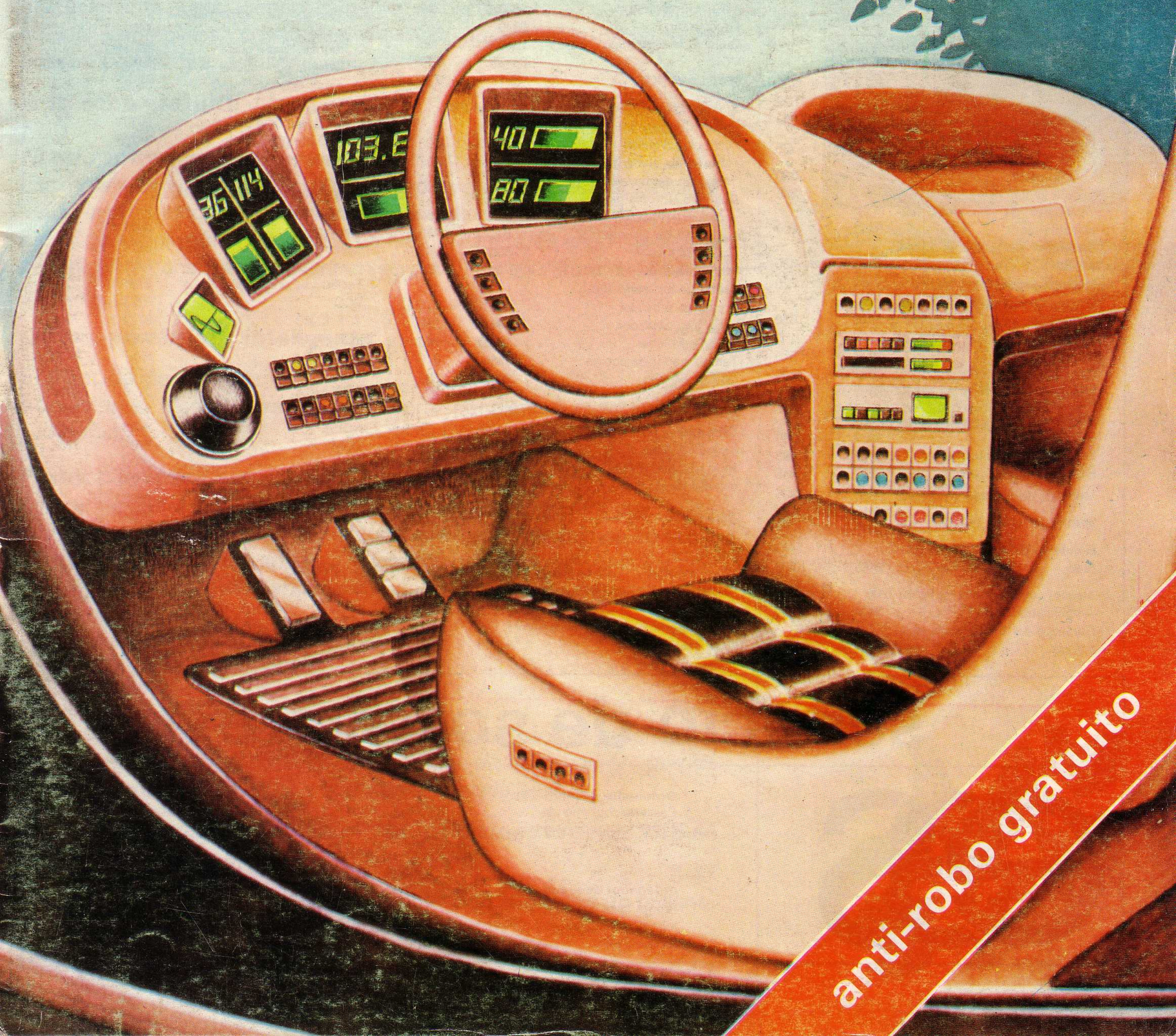
N.º 12
mayo 1981
175 ptas.

electrónica: técnica y ocio

## ESPECIAL Electrónica del automóvil

encendido electrónico
limpiaparabrisas inteligente
el nuevo coche,
etc., etc...

además: textos para el Junior Computer



anti-robo gratuito

# sumario

sumar

R
4-6

suma

sum

su

**Selektor** .....5-01
La observación del funcionamiento de los motores mediante el laser.

**La electrónica del automóvil** .....5-05
En opinión de algunos expertos, el automóvil está tan poco adaptado a la evolución de nuestro entorno como lo estaría un dinosaurio en las ciudades de nuestros tiempos. Como nosotros no podemos (ni queremos) vivir sin el automóvil, debe ser éste el que se adapte a las condiciones cambiantes de las próximas decenas. Aquí es donde entra con fuerza la electrónica en la industria del automóvil. Su intervención permitirá, sin duda, asegurar la supervivencia a nuestro querido compañero.

**El otro coche** .....5-14
El automóvil que nosotros conocemos, con su exagerado consumo de un combustible cada día más escaso, exige de manera apremiante la utilización de otros modos de propulsión y de otros combustibles.

**Encendido electrónico** .....5-19

**Indicador de tensión para baterías** .....5-25

**Amplificador de antena para coche** .....5-27
Muy a menudo se utilizarán los amplificadores de antena con los receptores domésticos, pero en muchos casos los resultados obtenidos son prácticamente nulos. Paradójicamente, es bastante raro que se utilicen en los automóviles, cuando es precisamente en este caso donde pueden prestar grandes servicios.

**Anti-robo gratuito** .....5-30

**Medidor de temperatura del aceite** .....5-31
Los modernos automóviles suelen estar provistos de sofisticados paneles de instrumentos pero en la mayoría de ellos sigue faltando un indicador de temperatura del aceite. La mejor manera de añadir este tipo de indicador consiste en instalar un sensor de temperatura en la varilla de nivel.

**Limpia-parabrisas inteligente** .....5-33

**El duende de elektor** .....5-39
Aclaraciones, dudas, erratas, etc., correspondientes a artículos ya publicados.

**Protección para baterías** .....5-40
A partir de ahora el dejarse los faros encendidos ya no será una de las pesadillas del automovilista. El circuito que aquí describimos controla la tensión de la batería y apaga las luces cuando la tensión baja a un nivel peligroso. Es utilizado en todo tipo de vehículos que estén provistos de motor y batería.

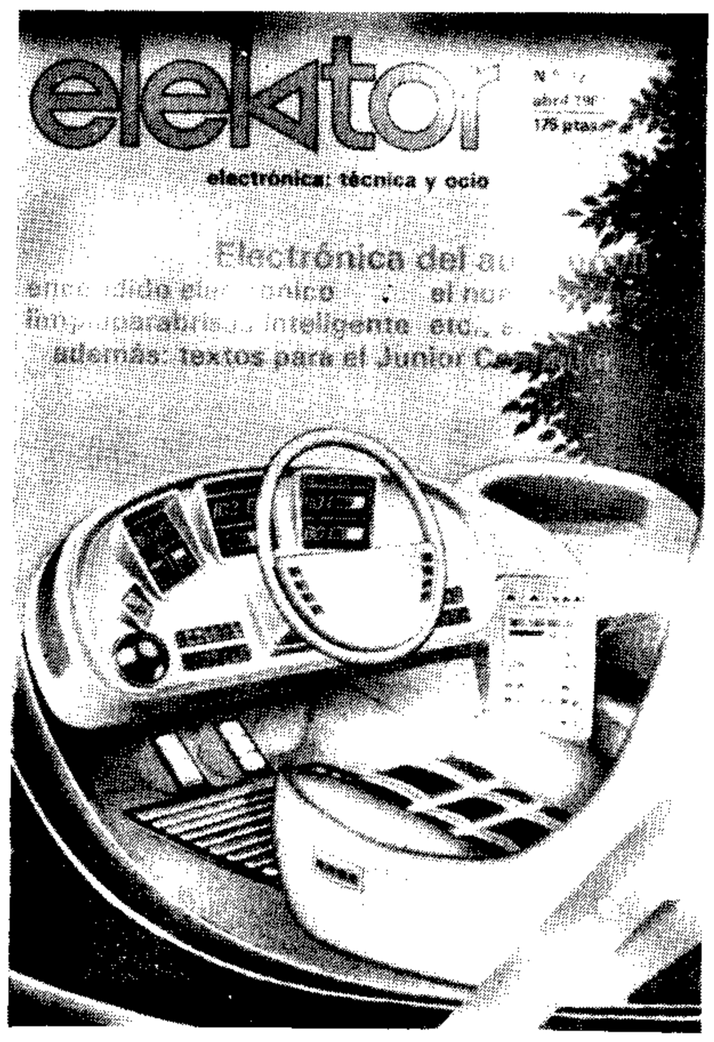
**Cuenta-vueltas digital** .....5-42

**Anti-robo astuto** .....5-43
Existen muchos tipos de anti-robos, pero el que nosotros describimos en este artículo es muy particular: decepciona al posible ladrón, porque ¿quién quiere robar un coche que se para a cada paso?

**Visualización de textos en el Junior Computer** .....5-44

**Los vocoders hoy** .....5-47
El interés por los vocoders no deja de aumentar. Se preve un brillante porvenir para la música que habla.

**Mercado** .....5-53




*Como se indica en la portada, este número está dedicado al automóvil. Más exactamente a la electrónica en el automóvil. Creemos que muchos de los dispositivos que aquí describimos serán normales en el automóvil del futuro. Pero ¿por qué esperar? Elektor le ofrece la posibilidad de montarlos en su coche ¡ahora mismo!*

# elektor 12

año 2, núm. 12 mayo 1981


Redacción, Administración y Suscripciones: Villanueva, 19, 1.º
Teléf. 276 08 23. Madrid-1
Edita: Ingelek, S.A.
Presidente: Ernesto Medina Muñoz
Director: Antonio M. Ferrer Abelló

Redactor jefe de la edición internacional: Paul Holmes
Cuerpo de redacción: Redactores técnicos:
J. Barendrecht, G. H. K. Dam,
E. Krempelsauer,
A. Nachtmann, G. Nachbar,
K. S. M. Walraven
Colaboradores: J. Ignacio Alegría,
Guillermo Jiménez,
Domingo Bernal, Miguel Maroto
Exclusiva de publicidad NOVOMEDIA, S.A.
Madrid: Jefe de publicidad, Fernando Yunta.
Recoletos, 1. Tel. 276 12 05-06-07

Barcelona: José Suárez.
Villarroel, 191. Tel. 321 13 50

Bilbao: José Juan González Garay.
Joaquín Adán, 1. Tel. 415 57 01
Impresión: Gráficas ELICA. Boyer, 5.
Madrid-32

Contabilidad: María Antonia Buitrago
Suscripciones: Inmaculada de la Torre

| | 1980 (6 núms.) | 1981 (11 núms.) |
|---|---|---|
| España | 1.120 Ptas. | 1.800 Ptas. |
| Extranjero (correo de superficie) | 1.620 | 2.600 |
| Extranjero (correo aéreo) | 2.120 | 3.300 |
| Precio ejemplar sencillo | 160 | 175 |
| Precio ejemplar doble | 320 | 350 |
| Ejemplares atrasados | Precio de portada | |

En 1981 la revista Elektor tendrá carácter mensual, publicándose 10 números sencillos y uno doble correspondiente a julio/agosto.
Depósito legal: GU. 3-1980



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 a los circuitos impresos, incluido su diseño, que en ella se reproducen.
Los circuitos y esquemas publicados en Elektor, sólo pueden ser realizados para usos privados o científicos, pero no comerciales.
La utilización de los esquemas 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 la sociedad editora acepta la publicación de un artículo que le ha sido enviado, tendrá el derecho de modificarlo o hacerlo modificar por su cuenta. La sociedad tiene también el derecho de traducir o de hacer traducir un artículo y de 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 editora no acepta ninguna responsabilidad por no mencionar esta protección o cualquier otra.


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

| | | | |
|---|---|---|---|
| CT | Consulta técnica | S | Suscripciones |
| DR | Director | RA | Revistas atrasadas |
| CD | Cambio de dirección | ESS | Servicio de Software |
| EPS | Circuitos impresos | P | Publicidad |
| SC | Servicio comercial | | |

Todas las cartas dirigidas a consulta técnica deberán incluir un sobre de respuesta, franqueado y con el nombre y dirección del consultante. En caso contrario no se atenderá la consulta.


**Copyright © 1981. Uitgeversmaatschappij Elektuur B. V. (Beek, Nederland).**
Prohibida la reptoducción total o parcial, aún citando su procedencia, de los dibujos, fotografías, proyectos y los circuitos impresos, publicados en Elektor.


## SOLICITADO CONTROL DE OJD

# claves

**¿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: $\mu$ 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:

| | |
|---|---|
| $U_{CEO,}$ 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-) | $= 10^{-9}$ |
| $\mu$ (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 = 0,0000000000047F
10 = 0,01 $\mu$ 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 $\Omega$ /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.

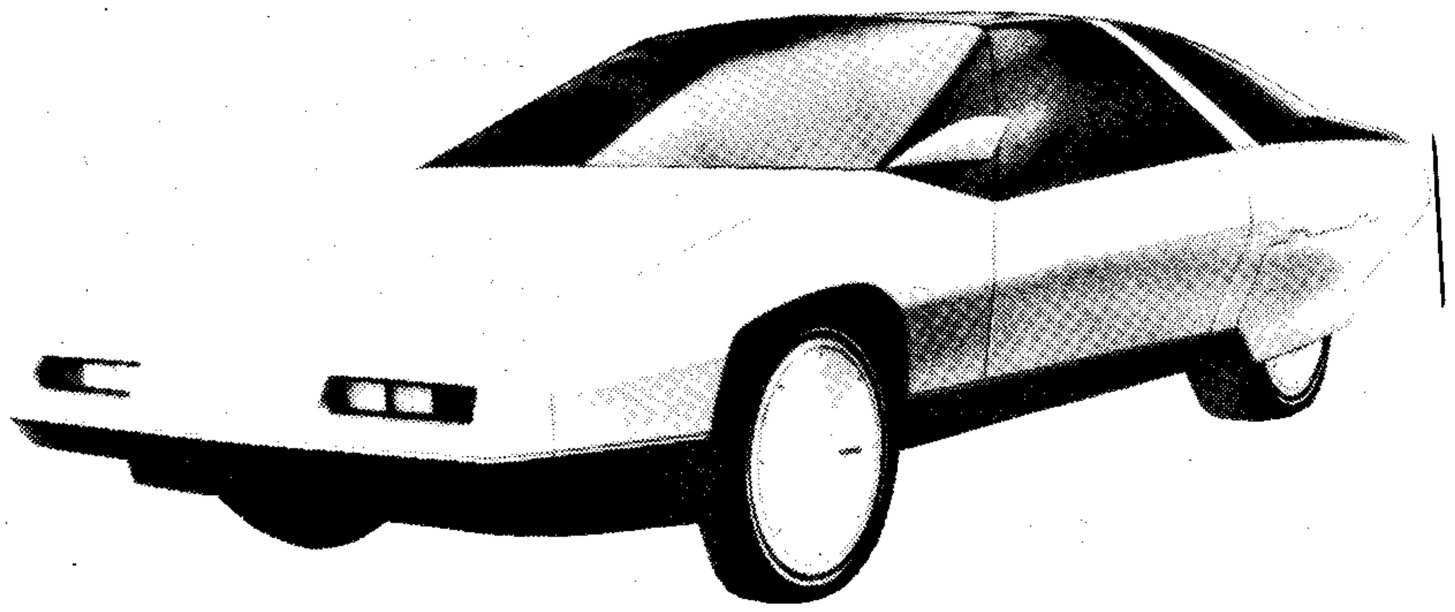
**El duende de Elektor:**
Toda modificación importante, corrección, mejora, etc., de las realizaciones de Elektor se incluirá en este apartado.

**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.

# la electrónica en el automóvil

## la evolución del automóvil



**Algunos decenios de progreso tecnico basados en el eslogan «más grande, más rápido, más caro» han llevado a los diseñadores a crear coches, que en opinión de algunos expertos quedarán totalmente desfasados a final de este siglo, al igual que sucedería con los gigantescos dinosaurios en nuestrs actuales metrópolis. Sin embargo, como se está demostrando, no es fácil que las generaciones futuras puedan (y quieran) vivir sin un medio de locomoción similar al automovil; es preciso que el automóvil se adapte a las condiciones ambientales y sociales de los próximos decenios. Varios aspectos se perfilan como de capital importancia: una mayor economía, mayor seguridad, menor contaminación, etc. Y es aquí donde forzosamente hace su entrada la tecnología electrónica en el mundo del automóvil. Su decisiva intervención, sin duda permitirá la supervivencia de nuestro útil pero anticuado y caro compañero.**

«Nada volverá a ser como antes, en la década de los 80», proclaman las voces más autorizadas. Es cierto que en los próximos años se producirán grandes cambios. Parece que el «boom» sin precedente de la industria del automóvil de los años 70 pertenece ya al pasado. El crecimiento ininterrumpido del precio de los productos petrolíferos, amenaza con poner fin brutalmente a los tiempos en los que comprarse el automóvil «soñado» no llegaba a ser un lujo escandaloso. Continuamente se invita al consumidor a pensar en la economía, y en la mayoría de los casos este criterio es el que preside a la hora de la elección. Una toma de conciencia cada vez más aguda sobre los daños que amenazan al medio ambiente y a la seguridad, incita a una gran parte de los compradores potenciales a exigir nuevas medidas de protección para las personas así como una severa reducción de las sustancias contaminantes liberadas por los vehículos. La disminución del consumo de carburante, precisa de soluciones rápidas. Nuevas ideas tales como el motor de cilindros variables de BMW para los motores de gasolina, o el turbocompresor a inyección directa para los motores diesel, por poner un ejemplo, constituyen ciertamente un buen principio, sin embargo, la generalización de estas medidas, al igual que ha ocurrido en casos similares, requerirá un cierto número de años. En un futuro próximo, por no decir inmediato, el control y la regulación electrónica del encendido y la carburación conducirán hacia la optimización del rendimiento de los motores existentes. El montaje en serie de tales dispositivos sobre modelos de altas prestaciones ha comenzado ya. De la misma forma, no se conciben los nuevos prototipos de motores sin que en ellos intervenga la electrónica. Es por esta razón que los motores de combustión interna «mejorados» tendrán una acción sensiblemente menos contaminante, con lo cual se cubren dos objetivos de una sola vez. El incremento de la seguridad en la conducción y en la circulación, no ha conocido una evolución apreciable hasta que se ha hecho intervenir la microelectrónica. Basta pensar en el sistema de frenos antibloqueo, el radar para el control de distancia, la emisión de señales de peligro, y las redes de información y regulación automática del tráfico.

Es necesario dejar claro, que la intervención de la electrónica no se limita únicamente a los dominios de la seguridad, la lucha contra la polución y la economía. El confort de la conducción se beneficiará igualmente de estas innovaciones, y no sólo como hasta ahora ha ocurrido, incorporando dispositivos adicionales con una finalidad puramente recreativa (radiocassettes), sino también dispositivos para la regulación de calefacción o refrigeración mediante un ordenador de abordo encargado de computar toda la serie de parámetros que influyen en la climatización de un vehículo. Evidentemente, tales extras no parecen seguir la filosofía que se espera predomine en un futuro; al contrario, más bien parece un lujo digno de los mejores tiempos del automóvil, sin embargo, esto queda por demostrar (en otros tiempos llegó a parecer superfluo el tener un coche con caja de cambios sincronizada, lo cual actualmente se considera vital).

Desde otro punto de vista, el automóvil de los años 80 no presentará grandes diferencias con las carrocerías carenadas (con mejor coeficiente de penetración en el aire), que han caracterizado los coches de los años 70. Es bajo el capot donde realmente se hará la revolución tecnológica, aunque todavía está a nivel de proyecto, si bien en algunos casos casi totalmente desarrollados.

En general los constructores no tienen demasiados contactos e intercambios de información entre si sobre los proyectos futuros, que un día serán el objeto de los montajes en serie.

Por otra parte, es realmente difícil hacer una estimación rápida de la evolución de la industria del automóvil, en función de las innovaciones de la tecnología electrónica.

La euforia de los fabricantes de componentes electrónicos no es compartida enteramente por los constructores de coches; el análisis de la relación utilidad/costo, la duración de los programas de experimentación y optimización, una mayor exigencia en la fiabilidad de las piezas y la ausencia de puntos de asistencia técnica, condicionan fuertemente el grado de penetración de la tecnología electrónica en la industria del automóvil, la cual a ojos de los fabricantes de semiconductores parece progresar a un ritmo excesivamente lento.

En las líneas que siguen a continuación trataremos de examinar las posibilidades de aplicación de la electrónica en el campo del automóvil. Para ello examinaremos algunas de las realizaciones actuales que nos permitirán vislumbrar el futuro del automóvil a lo largo de la década de los 80. En

1

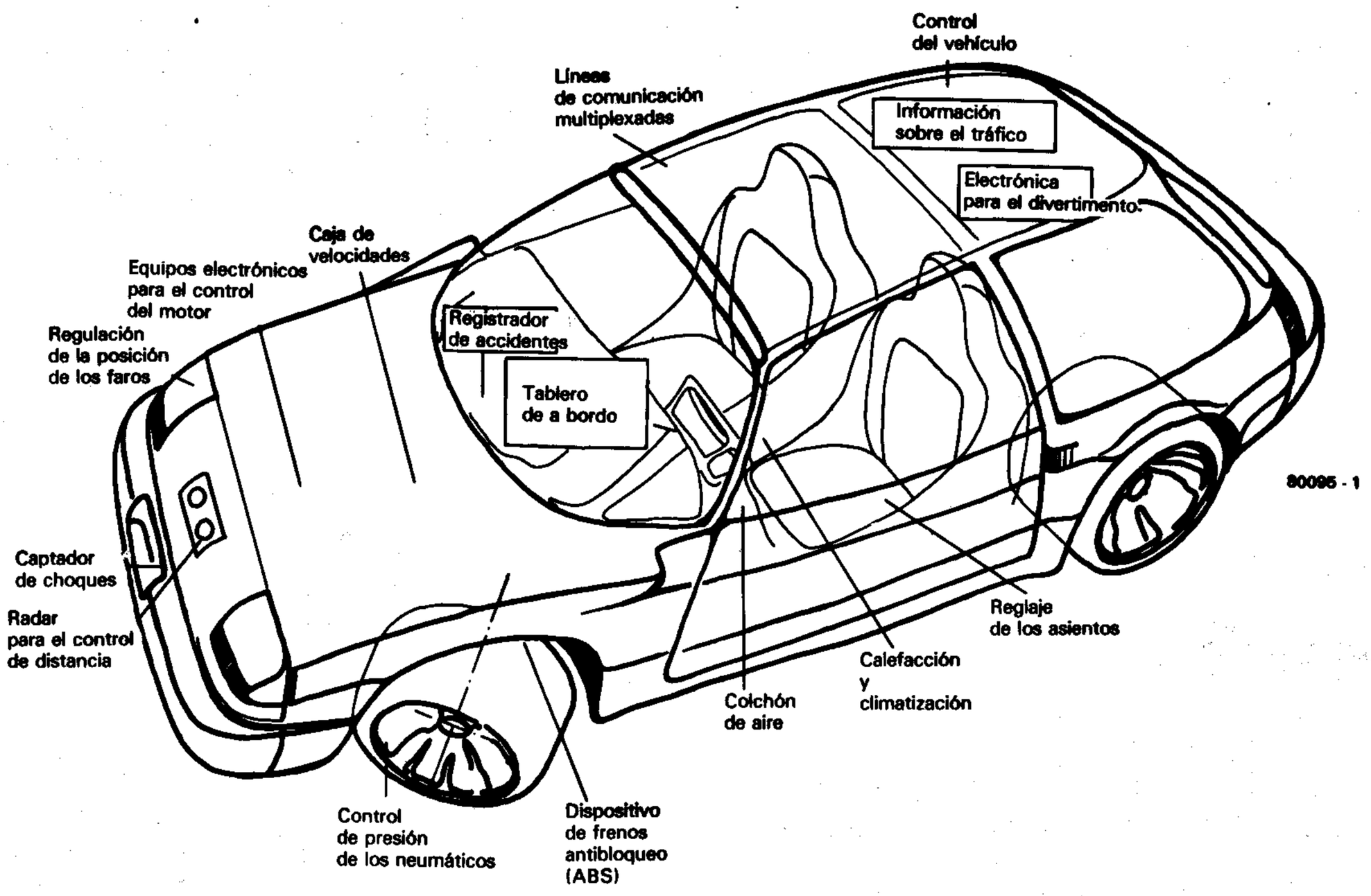



**Figura 1. Puntos de aplicación de la electrónica en el coche de los años 80.**

la figura 1 se muestran los diferentes puntos de aplicación de la electrónica en los coches del mañana.

## La electrónica y el motor (O la economía a través del control y la regulación)

La optimización del rendimiento energético de un motor es uno de los temas más importantes para la futura supervivencia del automóvil. Por la misma razón la disminución de los recursos petrolíferos impondrá una mejor utilización de las reservas energéticas y por lo tanto un mejor aprovechamiento del carburante consumido por los automóviles; otro tanto puede decirse de los residuos liberados por éstos en la combustión, es decir, tendrán que disminuir a un nivel casi despreciable o de lo contrario se convertirá en un obstáculo insalvable. En resumen, la palabra clave es, la «adaptación». La eficacia termodinámica del motor de combustión no es precisamente muy alta, y en la medida de sus fuerzas los sistemas electrónicos como el encendido y la inyección son los métodos más eficaces para elevar el rendimiento (en algunos casos verdaderamente desastroso) de los motores de explosión. La cuestión fundamental es conseguir un mejor aprovechamiento de los motores existentes adaptándolo a las condiciones de trabajo que en cada caso se requiere, mediante un control electrónico «inteligente» y simple. Por otra parte la puesta a punto inicial óptima de un motor «con sistema de control electrónico» se hace independiente del desgaste mecánico —prácticamente inexistente en los equipos electrónicos—. Desde este punto de vista, los costos de mantenimiento se ven reducidos a un mínimo indispensable (bujías, filtro de aire), sin embargo no es ésta la única economía que aportan los sistemas

2

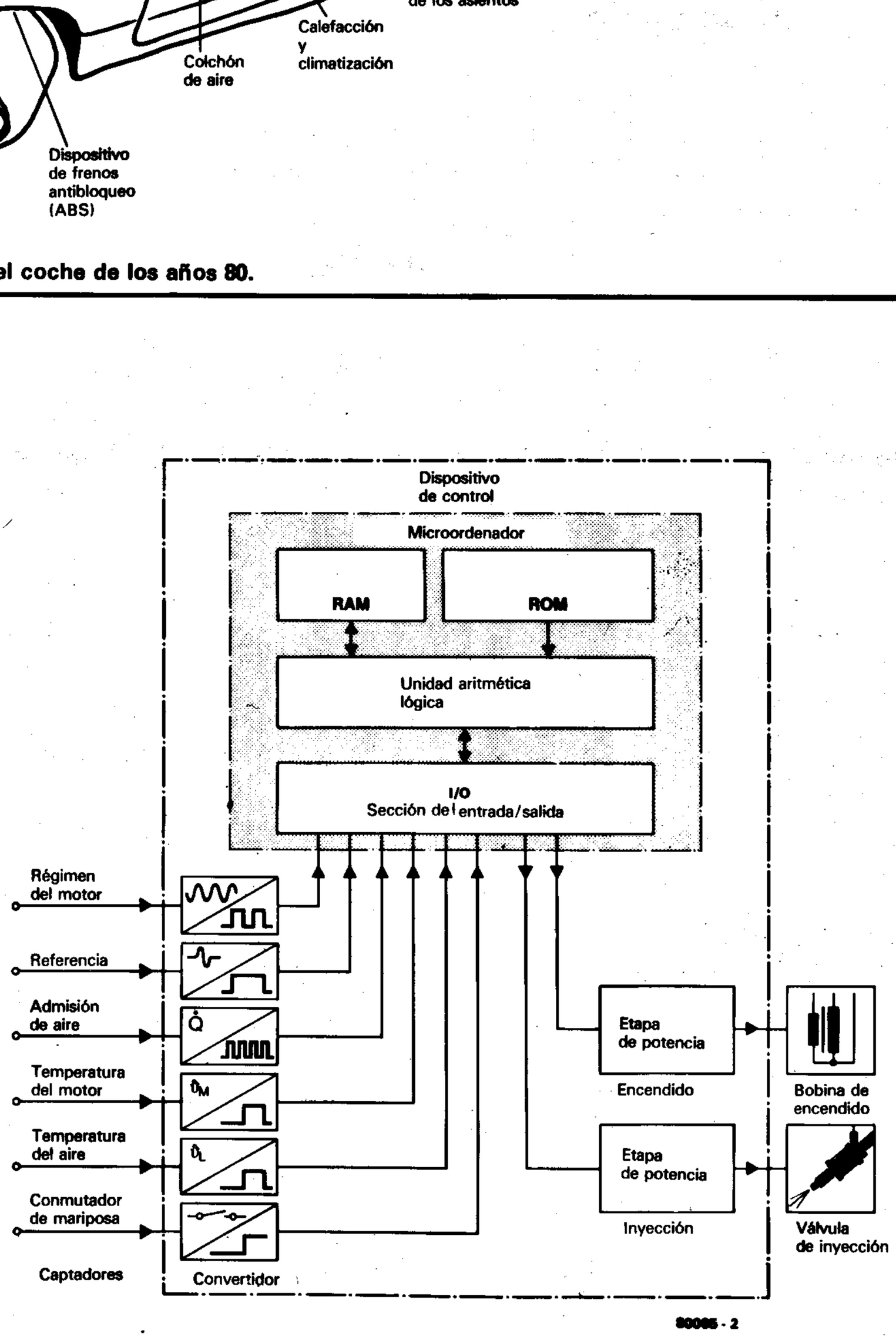



**Figura 2. Esquema sinóptico del dispositivo de control utilizado por el sistema Motronic ® de Bosch. La unidad central es un microordenador que, en función de los datos almacenados en una ROM, calcula el punto de encendido, la inyección y la cantidad de combustible. Los impulsos de control se transmiten a través de las etapas de potencia, a la bobina de encendido y a las válvulas de inyección.**

electrónicos, puesto que la disminución del consumo de carburante puede representar una suma considerable si el estudio se extiende al período de vida útil del motor; y aún más, se ha comprobado que esta cifra puede llegar a ser muy superior que los gastos de mantenimiento en concepto de reglajes.

Recientemente, y formando conjunto con los sistemas de encendido e inyección electrónica, un nuevo equipo viene a formar parte de los dispositivos de control en el automóvil; se trata del *microprocesador*. Este ha sido el caso en Europa con el sistema Motronic de Bosch. Se trata de un dispositivo de control digital integrado, que gestiona simultáneamente el encendido y la inyección de carburante. ¿Qué otro dispositivo puede realizar estas funciones con más eficacia y a más bajo precio? En la figura 2 se muestra el esquema sinóptico de la unidad de control. Como puede verse las informaciones relativas a cada una de las partes del motor son continuamente transmitidas al microprocesador mediante toda una suerte de captadores y transductores. Así, el captador de posición colocado en el cigüeñal, proporciona una referencia de posición para los pistones, el captador de las mariposas de admisión suministra la información relativa al volumen de aire que entra al carburador, e indirectamente sobre la posición del pedal del acelerador; de otro lado, un conmutador asociado a la mariposa indica el punto de ralentí. En función de estos parámetros el ordenador calcula (hasta 400 veces por segundo) el punto de encendido ideal y mediante la etapa de control adecuada (buffers), la bobina de encendido y las válvulas de inyección.

Las informaciones contenidas en la ROM (memoria en la que sólo se pueden leer datos), que previamente han sido colocadas allí por los programadores, constituyen una verdadera biblioteca de información para el ordenador, en la que éste tiene almacenados todos los parámetros relativos a la inyección y encendido óptimos en función del régimen motor, la velocidad, la carga y multitud de otros parámetros que a un conductor humano le sería imposible tener en cuenta. La ventaja más evidente del sistema reside en el hecho de que la lógica del ordenador (programa de instrucciones escrito en la memoria ROM) determina todas las características de control en función de la marcha general del vehículo. De esta forma un solo circuito (el microprocesador) mediante programa, adapta continua y perfectamente los parámetros variables del motor a los requerimientos del conductor. En la figura 3 se muestran comparativamente los gráficos de encendido de los dos sistemas de control electrónico. En la figura 3a el sistema de encendido controlado por microprocesador, basado en los datos almacenados en la memoria del computador; y en la figura 3b el gráfico de encendido de un sistema electrónico tradicional (transistorizado). Como habrá podido apreciar el lector, en el primer caso (a) el sistema tiene en cuenta multitud de parámetros que afectan decisivamente el rendimiento de un motor; contrariamente en el caso (b) se aprecia una notable simplificación del gráfico. Esto evidentemente no descarta los encendidos transistorizados, muy al contrario, es el método más perfecto al alcance

**3**

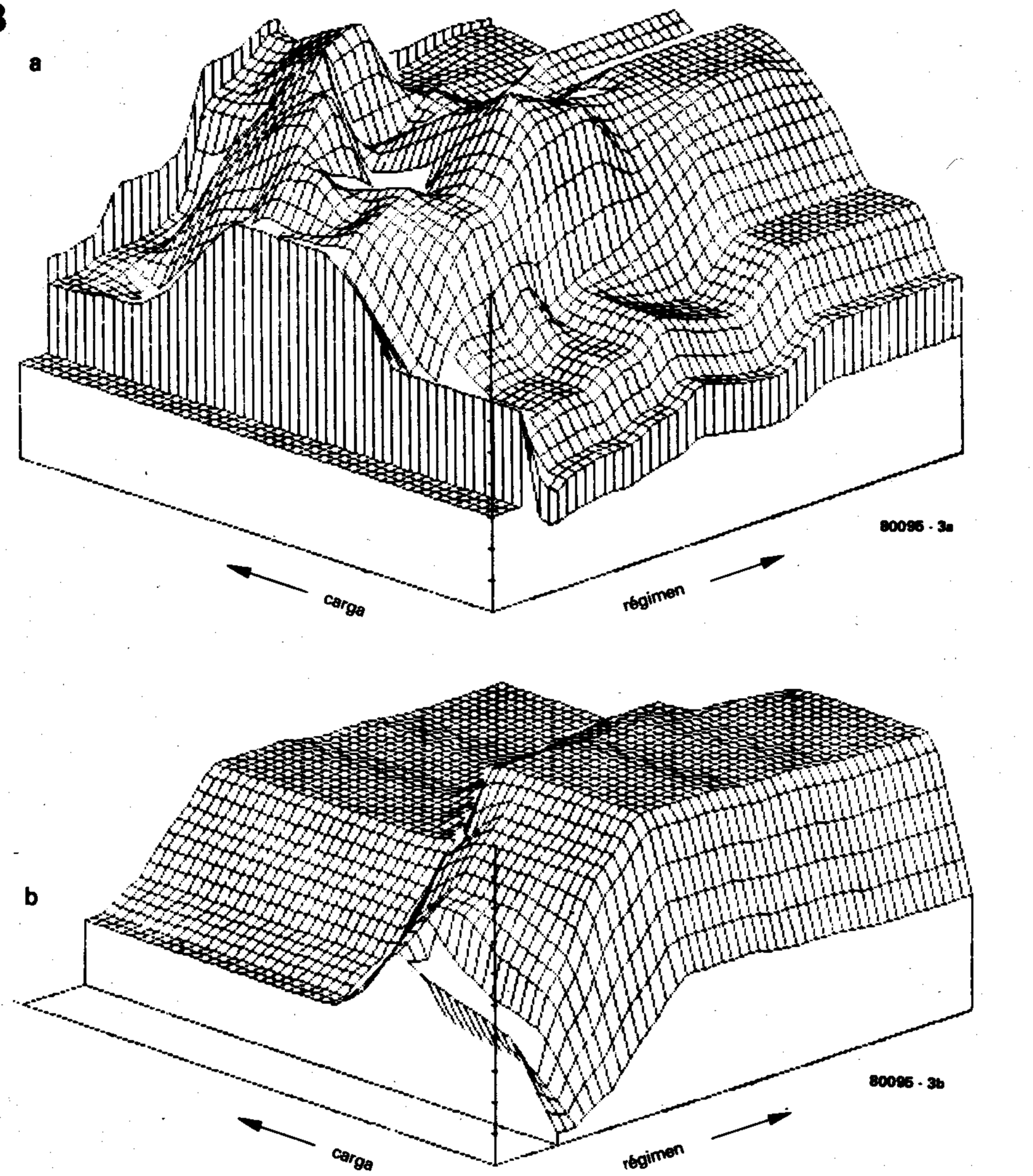


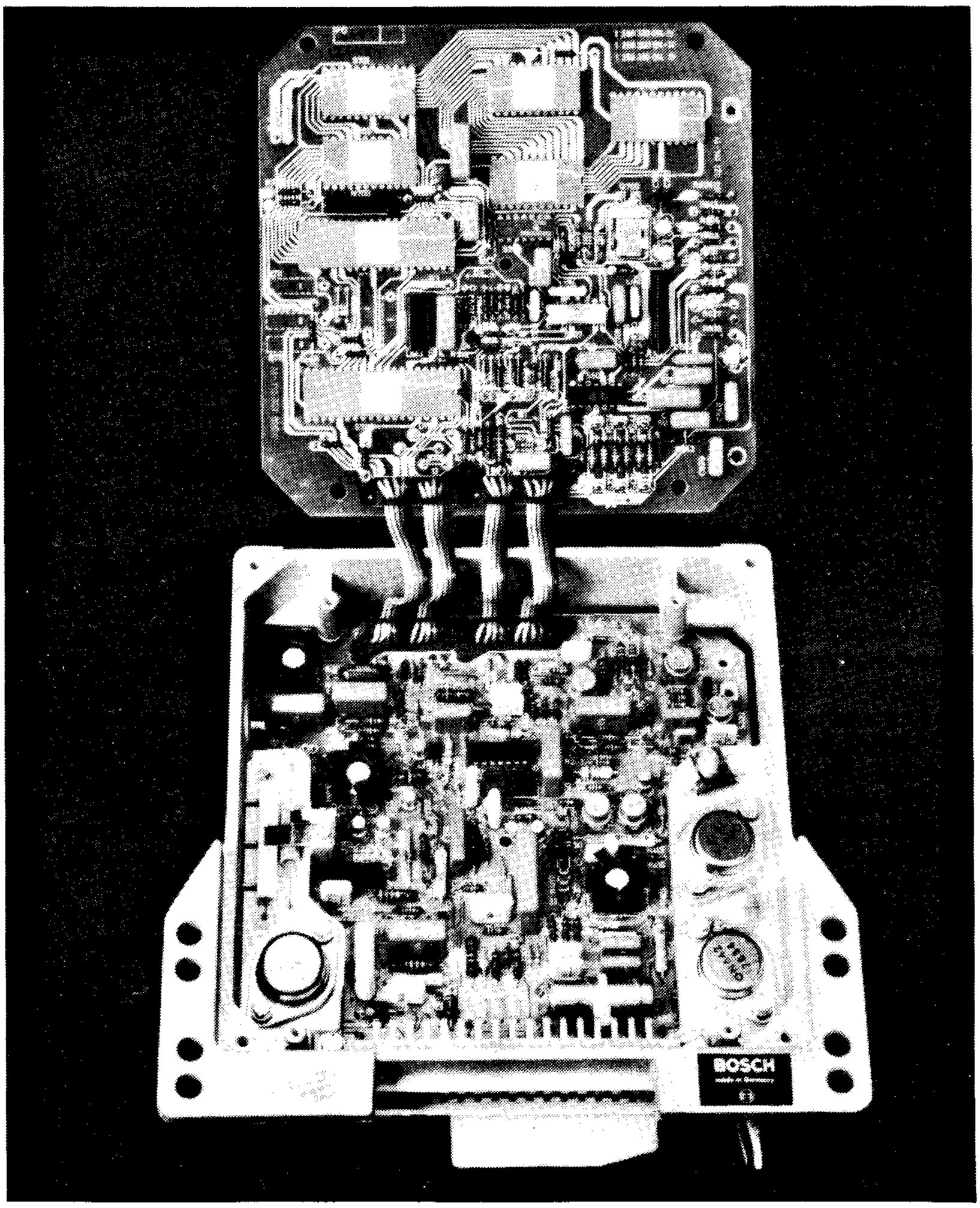

**Figura 3. (a) Gráfico característico de un encendido electrónico controlado por ordenador (sistema Motronic ® ). (b) Gráfico de un encendido electrónico transistorizado. La adaptación diferenciada del punto de encendido según el régimen de motor, reduce la emisión de productos contaminantes y disminuye el consumo.**

del conductor medio para obtener un mayor rendimiento de su vehículo. Principalmente, y desde el punto de visto del consumo de carburante, es donde surge una mayor necesidad de adaptación, diferenciando cada una de las fases de funcionamiento de motor en función de sus requerimientos. Según los datos del fabricante, la economía realizada puede variar entre el 5 y el 20 por 100 dependiendo del tipo de motor, características del recorrido y condiciones de circulación.

El sistema de conjunto se muestra en la figura 4, y en la fotografía 1 el sistema electrónico real, realizado sobre 2 placas de circuito impreso de gran funcionalidad. Este dispositivo de control se está fabricando en serie desde el año 79. La fiabilidad de los componentes y la resistencia mecánica del conjunto han sido objeto de severas experiencias de control de calidad. El circuito puede soportar temperaturas que oscilan entre —40°C. y +130°C., aceleraciones de 100g (100 veces la aceleración de la gravedad) y transitorios superiores a 100V, sin modificar ninguna de sus características.

A pesar de las características, claramente notorias de este control electrónico por ordenador, este dispositivo básicamente es un primer prototipo que deberá servir de apoyo y punto de lanzamiento para nuevos sistemas cada vez más perfeccionados, y quizá en un futuro bastante próximo sea posible pasar de los sistemas de control parcial a la regulación integral, sin que por ello los precios de venta se vean incrementados. En este aspecto, los captadores juegan un papel esencial. Con el sistema de control actual se consigue una aproximación bastante aceptable respecto al encendido ideal, utilizando un mínimo de captadores. Sin embargo, en la práctica estas premisas sufren variaciones importantes debidas al uso y desgaste del motor, las bujías, y las diferentes calidades del carburante utilizado, por lo cual, a la hora de programar la memoria del ordenador es necesario tener en cuenta estas variaciones, y es preciso introducir las modificaciones pertinentes en el programa para dotar al sistema de un margen de seguridad suficientemente amplio.

Según lo dicho, un captador colocado en la cabeza del cilindro informará al ordenador sobre el punto exacto en el que se debe realizar el encendido y por tanto es perfectamente posible gestionar los procesos electromecánicos para que este sea modificado, mejorando así el rendimiento energético del carburante. Este sistema es particularmente efectivo en motores con alta rela-




**Fotografía 1. Dispositivo de control del sistema Motronic ® de Bosch. El microprocesador de control figura en la parte superior de la imagen.**

ción de compresión, o bajo régimen, que muy probablemente serán las características de los futuros motores europeos.

Los captadores «Landa» ofrecen una segunda posibilidad de regulación al proporcionar datos sobre el contenido en oxígeno en los gases de escape. Un reglaje de la mezcla aire/oxígeno en función del contenido de oxígeno de los gases quemados nos permitiría reducir notablemente las características contaminantes de los citados gases, sin por ello mermar el rendimiento del motor ni del carburante. La única condición que exige el empleo de este sistema es la de no utilizar plomo (o sus aleaciones) en las estructuras del carburador (hasta el momento esta medida sólo es obligatoria en Estados Unidos).

## La electrónica y la seguridad

El dispositivo de seguridad más notable para el automóvil en estos últimos años es sin duda el sistema de frenos anti-bloqueo conocido por las siglas ABS. Este dispositivo es el resultado de los esfuerzos combinados de varias empresas de investigación como Daimler-Benz, AEG-Telefunken y Teldix (en la que tenía participaciones la firma Bendix), que en los años 60 iniciaron las investigaciones sobre este importante tema. Este dispositivo que en sus orígenes estaba controlado mediante sistemas electrónicos analógicos, no alcanza la categoría de montaje serie hasta que la firma Bosch decide remodelar el sistema, transformándolo en un circuito de control numérico (digital). Las figuras 7a y 7b muestran el principio de funcionamiento y el esquema sinóptico del circuito de control. Los captadores-actuadores montados sobre cada rueda recogen la información correspondiente a la velocidad de rotación y efectuan un control sobre la misma (en caso de frenadas bruscas) mediante un equipo electrónico. El principio del sistema es muy simple, cuando un vehículo se ve sometido a una disminución de velocidad (o frenado) brusca, la velocidad de rotación decrece súbitamente llegando incluso a detener totalmente las ruedas, con lo cual el coeficiente de adherencia se reduce drásticamente, haciendo perder al vehículo los únicos puntos de apoyo que lo mantienen en la posición deseada; es decir, en las frenadas bruscas se debe evitar por todos los medios el bloqueo de las ruedas, y esto es precisamente lo que hace el sistema ABS. Para ello un circuito electrónico calcula (en tan sólo algunos microsegundos) el margen de seguridad existente cuando se produce una disminución brusca de velocidad, y en caso de que éste descienda por debajo del límite previsto actúa sobre un regulador hidráulico de frenada controlado mediante electroimanes, con lo cual instantáneamente se reduce la presión de las zapatas sobre los discos del freno, haciendo recobrar el movimiento a la rueda y restaurando el coeficiente de adherencia. De lo anteriormente dicho podemos deducir que la función de este sistema es aumentar la efectividad de la frenada al máximo, en condiciones de emergencia; en otras palabras evitar el bloqueo instantáneo de las ruedas. Como es lógico la regulación es independiente para cada rueda y por tanto la eficacia es máxima. Los resultados obtenidos con este sistema son verdaderamente sorprendentes, como así lo indican las numerosas pruebas realizadas. La distancia de frenado es netamente más corta, y el derrape producido casi inapreciable; por supuesto el bloqueo de las ruedas queda prácticamente eliminado.

Sería deseable que el sistema ABS, capaz de contribuir tan decisivamente en la seguridad de los automóviles, viniera incorporado de fábrica en los vehículos, aunque por el momento su precio no lo haga demasiado asequible. Según las indicaciones del constructor, la variación del precio reside principalmente en el costo de circuito hidráulico (que es de tipo complejo). Es de esperar que en un futuro próximo se produzca una reducción importante del precio de venta de estos dispositivos en los cuales la electrónica no ocupa más que una modesta parte del presupuesto (aunque su papel es verdaderamente esencial). Por otra parte no parece posible esperar una simplificación del sistema. Sólo el tren trasero podría ser dispensado de la regulación independiente sin por ello comprometer la seguridad del vehículo. Como puede suponerse en este tipo de dispositivos existe un sistema de autoverificación que al arrancar el vehículo realiza una comprobación general. Pero no es éste el único control que efectúa el circuito, a lo largo del trayecto, el propio circuito controla cada uno de los componentes del sistema (incluidos los cables de conexión) para que en caso de avería el sistema ABS ponga en servicio el circuito normal de frenos y envie una señal al tablero de mandos para advertir al conductor de esta anomalía.

## Detector de distancias por radar

Otro sistema que puede ayudar en gran medida a aumentar la seguridad de circulación, son los dispositivos para el control de distancia mínima, que tras algunos años de incertidumbre han venido a demostrar su importancia. En Alemania Federal, por ejemplo, varias empresas (Bosch/Telefunken, VDO, Daimler-Benz/SEL) trabajan en un proyecto gubernamental para poner a punto un modelo de serie. Todos los dispositivos conocidos hasta este momento utilizan una muy elevada frecuencia (35GHZ), con el fin de reducir en lo posible las dimensiones de las antenas y de evitar los riesgos de interferencias. Trenes de impulsos de

4

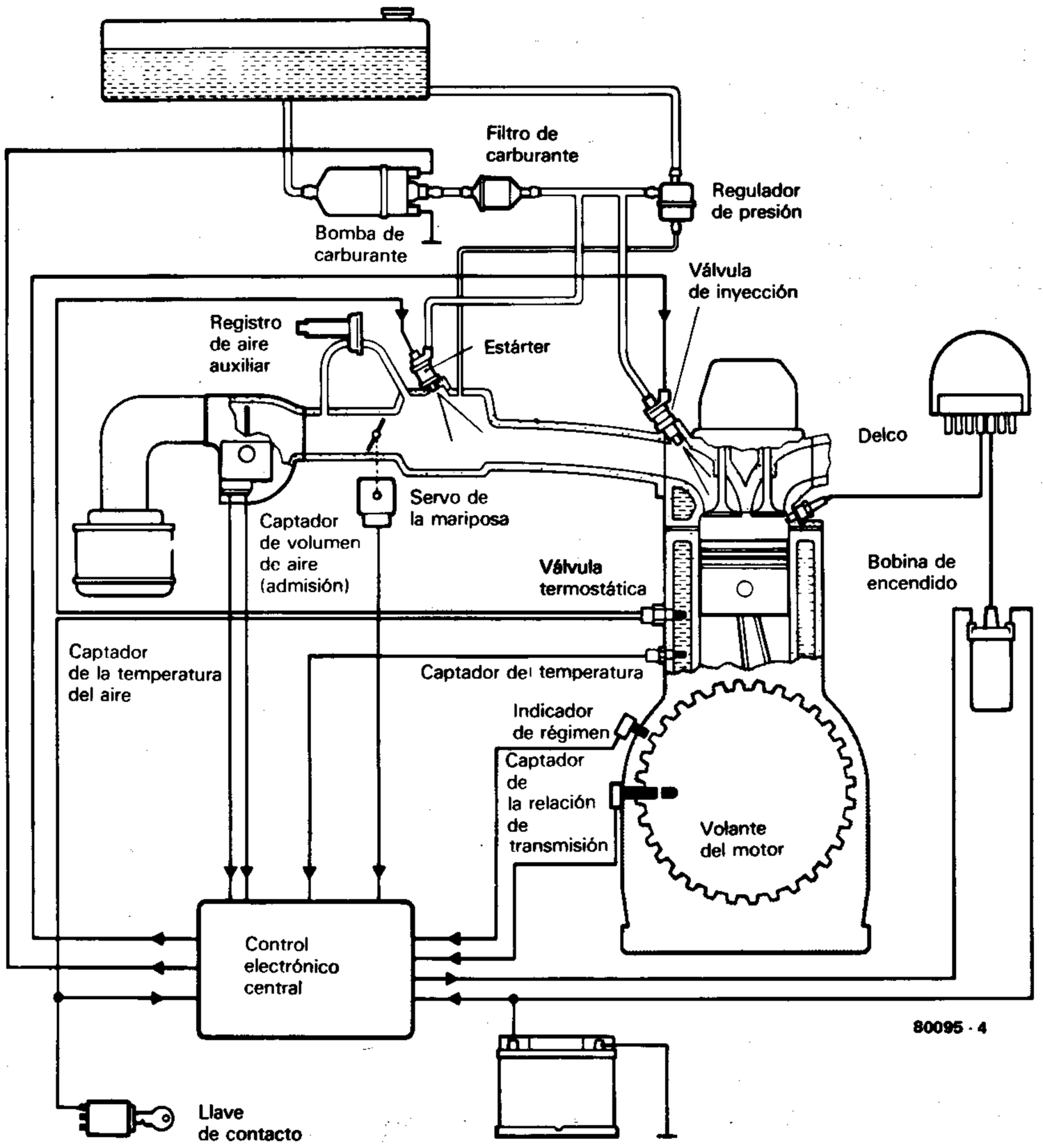



**Figura 4. Diagrama esquemático del sistema Motronic ® que regula el punto de encendido y la inyección de carburante.**

5

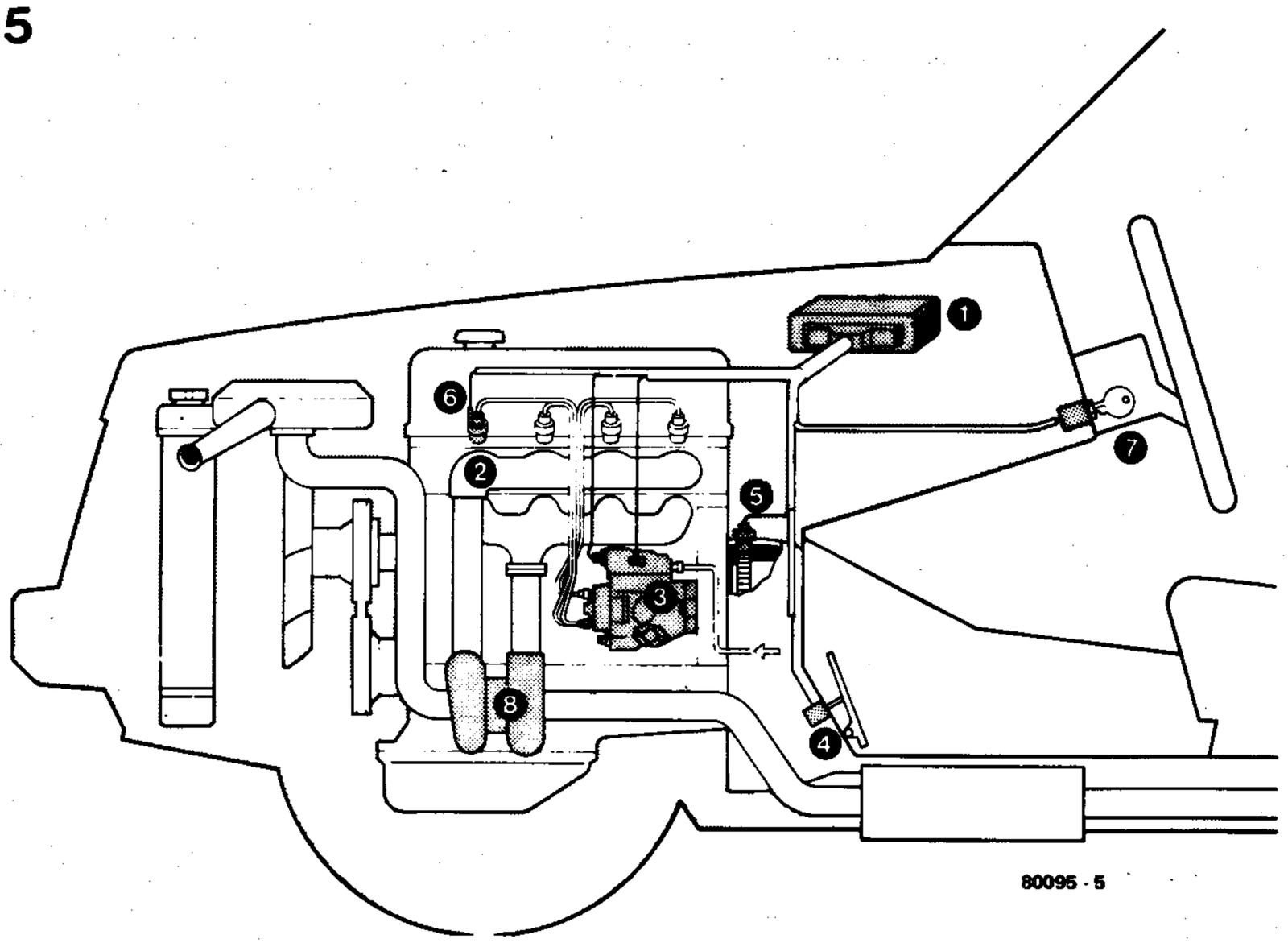



**Figura 5. Dispositivo de inyección controlado electrónicamente para un motor Diesel:**
1. **Equipo electrónico de control**
2. **Colector de admisión**
3. **Bomba de inyección y distribución con regulación electrónica de la cantidad de combustible, y medidor de la temperatura del carburante**
4. **Pedal de aceleración (potenciómetro)**
5. **Captador del cuenta-vueltas y detector del punto muerto superior**
6. **Detector del comienzo de la inyección**
7. **Interruptor de encendido y llave de contacto**
8. **Turbocompresor accionado por los gases de escape.**

aproximadamente 300mW son emitidos por la antena del radar. Estos son reflejados por el objeto situado ante el vehículo o por cualquier obstáculo presente en la vía; una antena reflectora distinta de la emisora, capta los ecos. Midiendo el tiempo transcurrido desde que se emitió el primer impulso hasta que se recibe el primer eco, y teniendo en cuenta la velocidad del vehículo se calcula la distancia y variación de la misma entre los puntos emisor y reflector. Dependiendo de estos datos se determinarán los criterios de alerta y señalización. Un microordenador conectado en serie con el sistema de radar evalúa el peligro en función de los diversos parámetros. Desde un punto de vista técnico, la frecuencia de las alertas injustificadas representa todavía un serio problema, particularmente en las curvas muy cerradas. Por otra parte, el aviso al conductor de una situación de peligro debe tener en cuenta los elementos sicológicos tales como, por ejemplo, el habituamiento, o al contrario una cierta sensación de incomodidad en la conducción (totalmente justificada) debida a continuas alarmas que llevarían irremisiblemente a la desconexión del sistema de alarma. Es suficiente recordar, las experiencias negativas realizadas con los sistemas de bloqueo para los cinturones de seguridad.

No es menos cierto que la tecnología electrónica aplicada a los cinturones de seguridad habría podido aumentar la confianza del conductor y sobre todo la fiabilidad del sistema. El efecto protector de un cinturón de seguridad sólo se hace sentir cuando se corre un verdadero peligro, en el cual éste se ciñe al cuerpo y detiene su movimiento (cinturones accionados por gas a presión). Este resultado se obtiene colocando una correa accionada por una carga de gas, que actúa sobre el cinturón, enrollándolo (y por tanto sujetando el cuerpo del conductor) en el momento adecuado. La liberación de la carga de gas motriz se confía a un dispositivo electrónico que podría también accionar el tensor del cinturón de forma similar al dispositivo que equipa a algunos coches en Estados Unidos. El control electrónico deberá obedecer a un detector de choque, a las aceleraciones brutales o a las deformaciones de la parte delantera del vehículo. Un control de distancia por radar podría hacer estas mismas funciones pero con mayores ventajas.

Un registrador de accidentes podría aportar una contribución indirecta a la seguridad de la circulación, proporcionando las informaciones complementarias a cerca de las condiciones en las que se producen los siniestros, y gracias a estos datos poder determinar con mayor facilidad las causas del mismo (mecánicas o humanas). Por otra parte representaría también una gran ayuda a la hora de determinar las responsabilidades judiciales a que hubiera lugar. La utilización de memorias de semiconductores, simplificaría notablemente la realización de tal dispositivo. En caso de accidente un impulso del detector de choque sería almacenado en la memoria donde posteriormente podrían recogerse informaciones sobre la velocidad, el camino recorrido, la aceleración o deceleración un cierto tiempo antes del choque.

Un indicador de presión para los neumáticos sin duda tendría una incidencia directa

sobre la seguridad de circulación. Teniendo en cuenta que la rueda es un objeto en movimiento, es necesario que el valor de la presión sea transmitido al dispositivo de control sin que medie entre ambos un conector. Esto se consigue gracias a un interruptor de presión asociado a la válvula del neumático y conectado éste a un varioacoplador. En la carrocería, al lado de cada rueda se fija una bobina que tiene la misión de recoger las señales de la bobina móvil solidaria a la rueda, es decir un simple circuito resonante (cerrado por el conmutador de presión cuando la rueda se encuentra en condiciones normales, y abierto cuando la presión desciende a un cierto nivel). El sistema emisor es de tipo pasivo y por tanto no necesita ninguna tensión de alimentación. La unidad reflectora funciona como un frecuentímetro de resonancia. El interruptor de presión funcionará cuando la disminución de la misma sea de 0,15 bar.

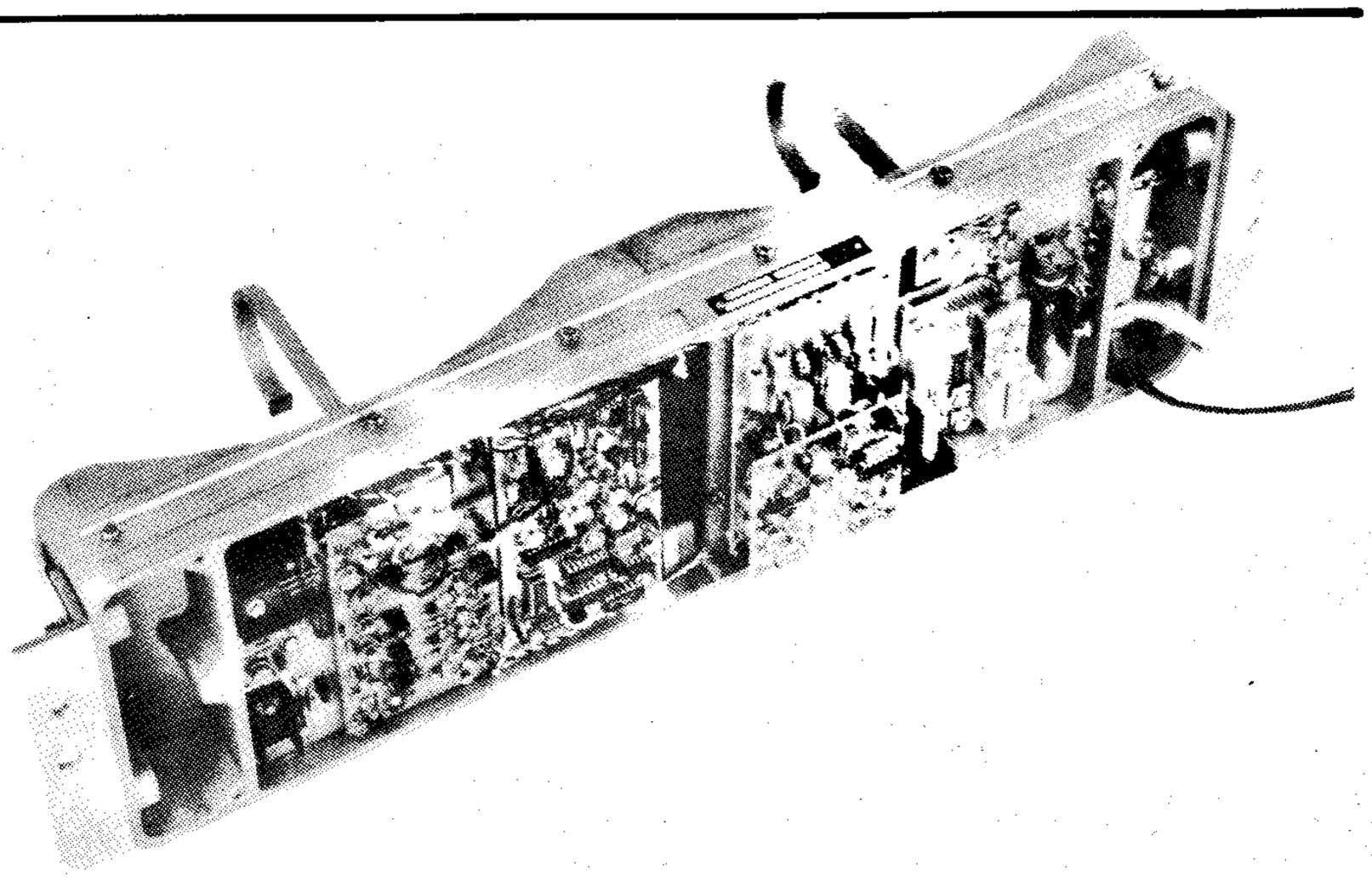
Gracias a la electrónica, es posible igualmente variar la posición de los faros en función del movimiento del eje trasero, mediante un captador inductivo, un equipo electrónico y un servomotor, con lo cual, los faros quedarían permanentemente enfocados a la zona útil de visión. De esta forma se obtendría una gama de iluminación constante independiente del grado de inclinación del coche, y por tanto, también de la carga del vehículo.

Los numerosos sistemas de alarma e información contribuyen igualmente a la seguridad en carretera. Se piensa inmediatamente en los testigos del tablero de a bordo que con sólo un vistazo nos indican el estado de la presión de aceite, luces, batería, sistema de frenos, etc. Pero esto no debe hacernos olvidar los dispositivos de comunicación que informan al conductor sobre datos relativos al mundo exterior, como por ejemplo, la recepción del estado de tráfico vía radio (VHF o FM). Este sistema ya se encuentra en funcionamiento en Alemania Federal, donde trabaja en combinación con otro nuevo sistema conocido como ALI (Autofahrer Leitund informations System), reservado para la circulación sobre las autopistas, al igual que el EVA (Elektronischer Verkehrslots für Autofahrer) se encarga de regular el tráfico en las vías urbanas. También existe un dispositivo emisor de llamadas de socorro que permite la localización radiogoniométrica del lugar donde se ha originado el mensaje.

## Un torrente de información

La presencia de numerosos captadores que alimentan de datos a los diversos dispositivos de control, regulación y vigilancia electrónica, tiene como resultado un considerable volumen de información que de ser comunicado directamente al conductor, éste resultaría literalmente neutralizado bajo el torrente de indicaciones que en cada momento se están produciendo en un vehículo. Algunos constructores han caído en la tentación de incorporar en sus prototipos multitud de órganos de control con lo que más parece la cabina de mandos del módulo lunar que un simple vehículo terrestre. Es preciso reconocer que general-

2



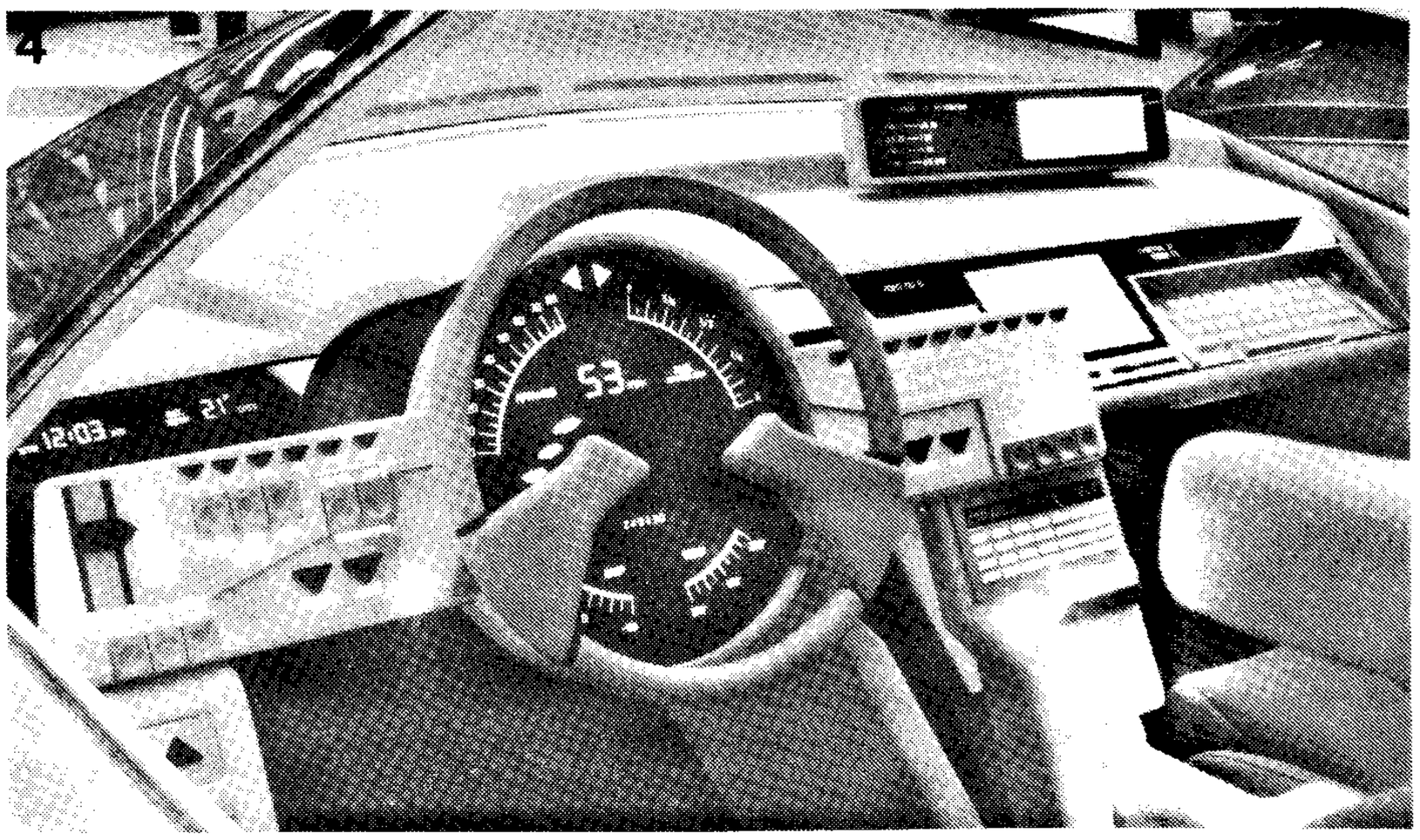
**Fotografía 2. Prototipo del radar para el control de distancia de AEG-Telefunken. El circuito electrónico se encuentra instalado en el interior de la cavidad de la antena, y está compuesto por un receptor, un emisor y un calculador. Este último incluye un «evaluador de peligro» con un microprocesador de 8 bits.**

3




**Fotografía 3. Vehículo experimental equipado con un radar para el control de distancia.**

4




**Fotografía 4. Aspecto general del tablero de mandos del prototipo realizado por Ford (probe 1). El ordenador de a bordo no sirve únicamente para suministrar informaciones al conductor sobre el estado del vehículo; desempeña igualmente el papel de microordenador comercial y terminal de radio. ¿Qué más se puede pedir?**

mente sólo son reclamos de tipo publicitario, y en muy pocos casos tienen algo que ver con los estudios de sistemas de seguridad y control. Admitiendo que tales exhibiciones llaman sólo la curiosidad del usuario, sólo quedan algunas ideas perfectamente explotables para la gestión electrónica informativa en el automóvil de los años 80. No nos privaremos aquí del placer de anticiparnos al futuro y echar una mirada a lo que podrían llegar a ser nuestros vehículos:

Los dispositivos señalizadores mecánicos y electromecánicos serán reemplazados por visualizadores electrónicos. Entre estos figuran las pantallas de cristales líquidos, que en pocos años entrarán a formar parte de los equipos de serie. Ciertamente, los visualizadores LED aparecen aquí y allá, en los tableros de a bordo actuales; sin embargo, su legibilidad es problemática cuando la luminosidad ambiental es demasiado fuerte, si bien por otra parte las configuraciones susceptibles de ser realizadas con estos componentes es bastante limitada. En consecuencia las perspectivas de utilización de los LEDs en este campo no parecen demasiado prometedoras.

Las informaciones más importantes para el automovilista, como por ejemplo la velocidad, se harán llegar al conductor a través de esferas indicadoras analógicas o cuasianalógicas. Los visualizadores digitales se destinarán principalmente para informaciones de menor importancia como pueden ser la hora, el contenido de la reserva, la temperatura del motor, etc. Por otra parte este género de presentación de informaciones, y su modo de preparación (tratamiento de datos), jugará un papel fundamental en la concepción de los circuitos electrónicos del mañana. Básicamente podemos distinguir tres tipos:

Primeramente la señalización directa, por ejemplo, la velocidad, el número de revoluciones por minuto, la gasolina del depósito, a continuación, la evaluación automática de las informaciones destinadas al control y aviso automático, en fin el tratamiento interactivo de los datos que resumido en una sola palabra es: «el ordenador de a bordo».

Desde el punto de vista de la seguridad, el control automático es el elemento decisivo en los diversos sistemas y órganos que constituyen el vehículo. Este libera al conductor de las pesadas tareas de observación, y evita distraer su atención de las eventualidades de la ruta. Por otra parte, en el caso de avería de uno de los sistemas, o la aparición de un estado de peligro, es el sistema automático de control el encargado de advertir al conductor, evitando con ello errores y distracciones. Por otra parte el mismo sistema tendrá la capacidad suficiente como para indicar al usuario las revisiones de mantenimiento que en su caso requiera el vehículo, tales como, la sustitución de las pastillas de frenos, de las bujías, etc. Los estados de alarma o los simples comunicados de información (según el caso), serán indicados óptica o acústicamente. En lo que concierne a la señalización óptica, se ha puesto a punto recientemente todo tipo de visualizadores alfanuméricos. En el caso de las indicaciones acústicas, es de esperar que se produzca una mayor innovación debido a los nuevos avances en la síntesis de voz por ordenador; es decir el propio vehículo

6

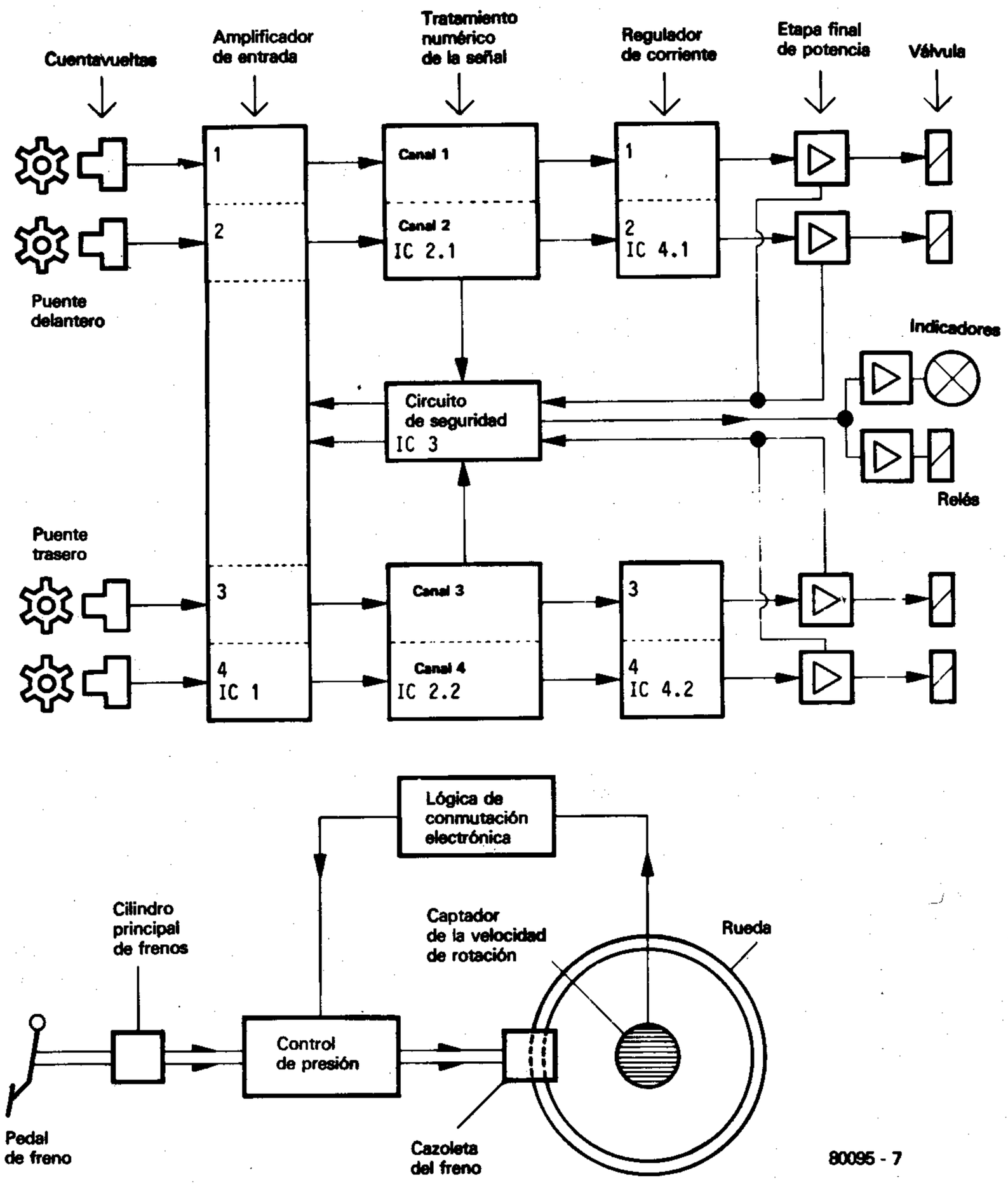
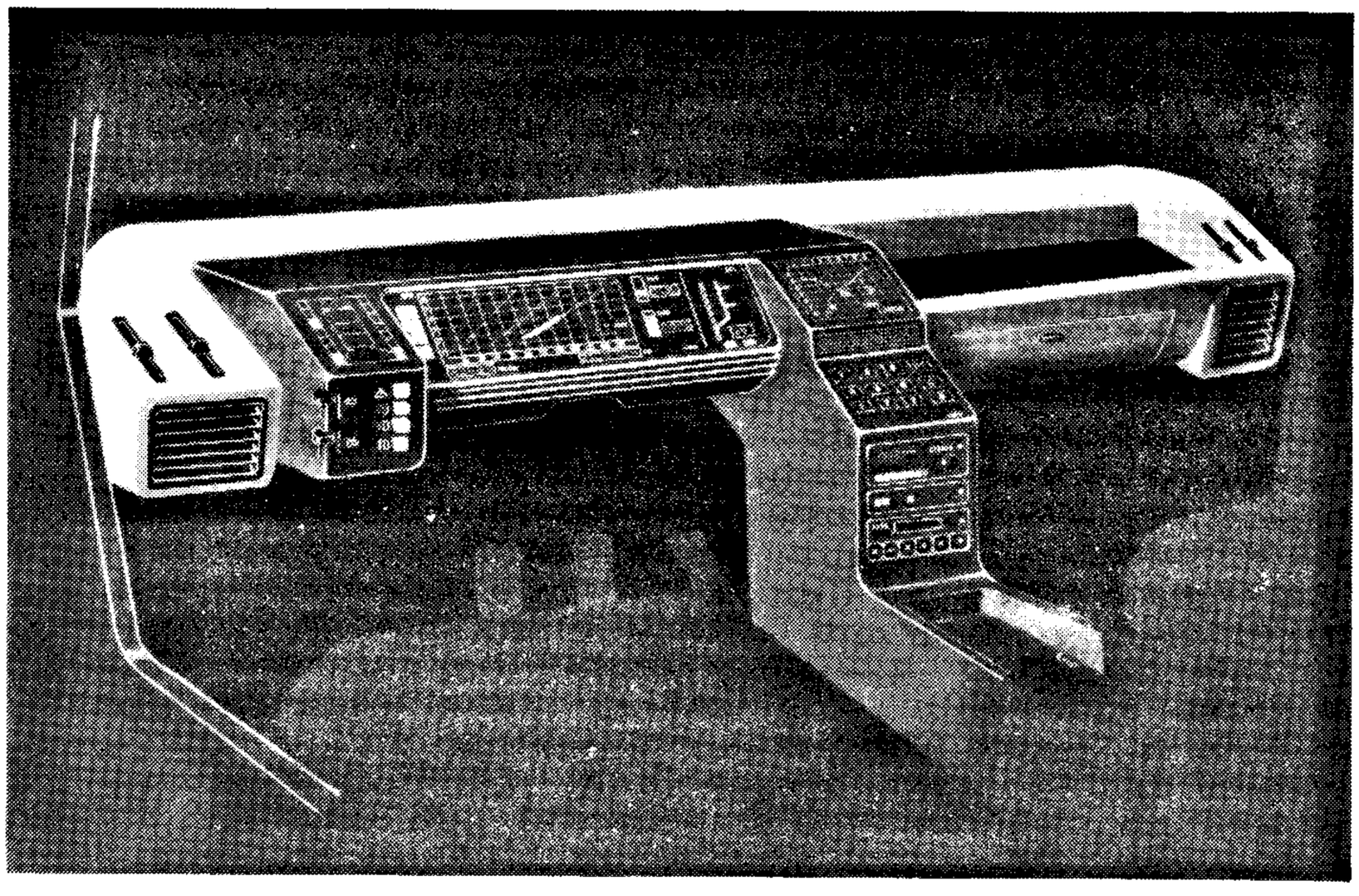
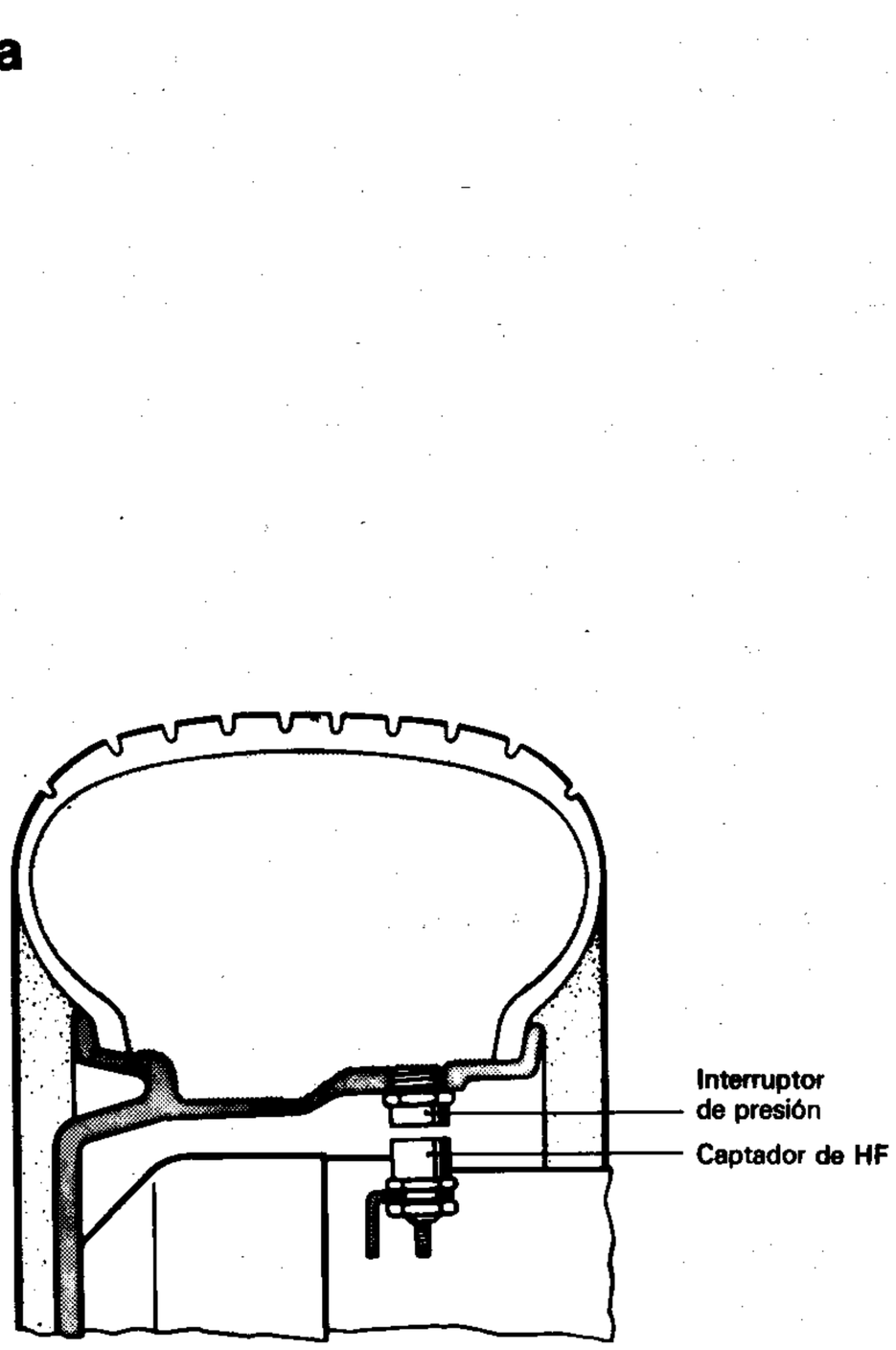



**Figura 6. Esquema sinóptico del dispositivo de control del sistema de frenos antibloqueo ABS. Este dispositivo ha sido desarrollado por BMW y actúa sobre las cuatro ruedas independientemente. El principio de sistema antibloqueo se representa en la parte inferior de la figura.**



**Fotografía 5. Estudio de un panel de instrumentos electrónicos, realizado a base de cristales líquidos y desarrollado por VDO. El visualizador alfanumérico, informa y alerta al conductor de froma clara y precisa. Los visualizadores numéricos son más adecuados para informaciones que no precisan de un control constante por parte del conductor.**

7a



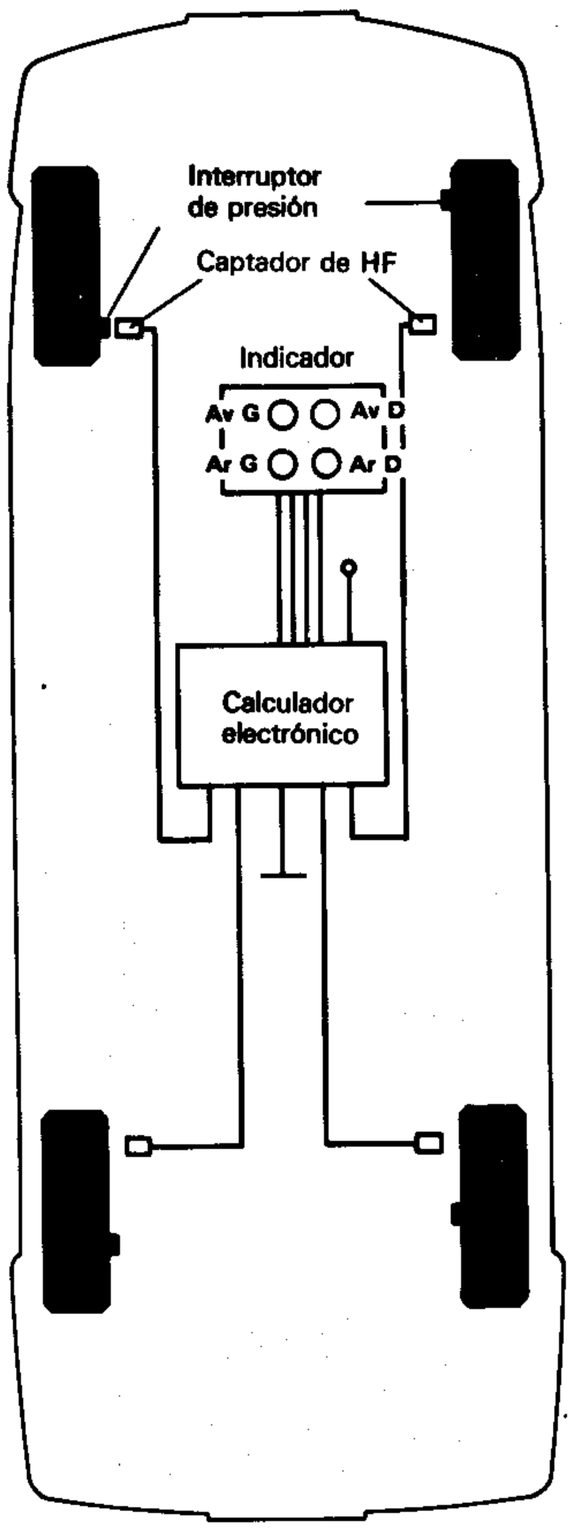




**Figura 7(a). Sistema para controlar la presión de los neumáticos diseñado por Bosch. Un interruptor de presión indica las pérdidas ocasionales y mediante un transductor de HF, envía una señal al calculador electrónico, el cual se encarga de disparar la alarma correspondiente indicando el neumático afectado.**

7b

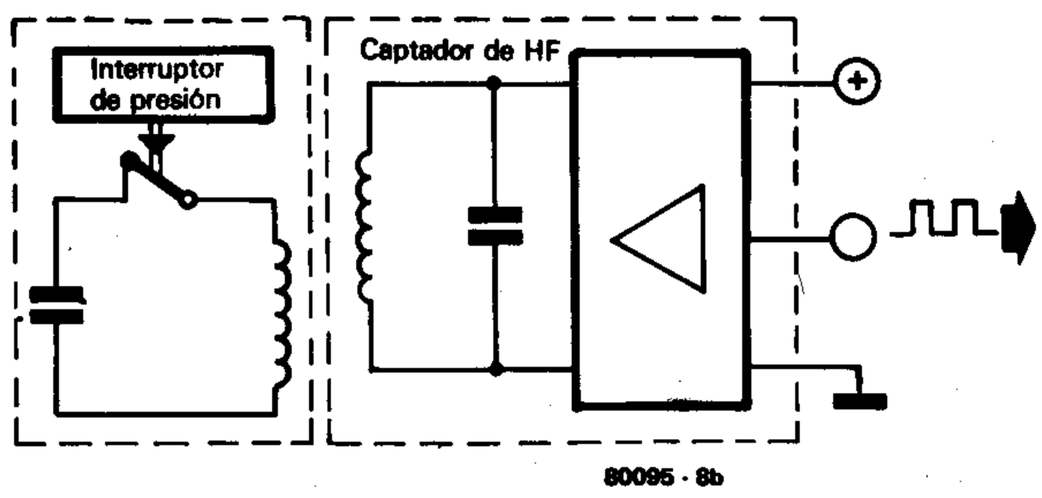



**Figura 7(b). Esquema básico de la transmisión de señales entre el interruptor de presión y el captador de HF. El detector de presión montado sobre la rueda se compone de un interruptor (activado por diferencias de presión) integrado en un circuito resonante y conectado en serie con él. En caso de una pérdida de presión, el interruptor abre el circuito resonante, provocando una pérdida de resonancia en el circuito HF solidario a la carrocería. En este momento una señal de alarma es enviada al calculador central.**

nos comunicará de palabra todas las eventualidades que tengan lugar durante un recorrido, como por ejemplo, indicaciones sobre la reserva de combustible, sobre las condiciones mecánicas del motor, o simplemente de una puerta mal cerrada. A decir verdad no estamos hablando de ningún coche del futuro puesto que ya existe un prototipo japonés dotado de estas mismas funciones.

Las opiniones sobre el futuro del ordenador en el automóvil son en muchos casos divergentes. Algunos pronostican que un «matemático» de la talla de un microordenador ofrecerá al conductor un pasatiempo muy entretenido, pero sin grandes incidencias sobre la calidad de la conducción. Este es un verdadero prejuicio sobre el que únicamente triunfarán los hechos demostrables. Es sintomático que las opiniones de la encuesta realizada sobre un grupo de universitarios diera como resultado, que la mayoría de los encuestados renuncien finalmente a la instalación obligatoria de un ordenador a bordo de los vehículos del mañana.

## Multiplexado en lugar de mazos de cables

El costo creciente de las materias primas, la necesidad de reducir el precio, la racionalización de la producción y la complejidad cada vez mayor de los equipos eléctricos del automóvil, han sido los motivos que han obligado a los constructores a recapacitar sobre los sistemas de cableado tradicional, realizados mediante haces de conductores. Sin embargo, la aparición de la electrónica numérica ha abierto nuevas vías para la realización de circuitos eléctricos. En lugar de utilizar varias líneas para alimentar separadamente cada órgano del automóvil, se empleará una sola línea circular en la que se conectarán (en paralelo) todos los dispositivos. Esta línea circular incorporará también un conductor de control, por el que circularán las direcciones e instrucciones codificadas en binario. Por otra parte, cada órgano enviará sus propias informaciones al ordenador central (o de a bordo), por medio de la central de multiplexado. De esta forma es posible controlar simultáneamente el funcionamiento de todos los dispositivos del vehículo, utilizando tan solo una única línea de conexión.

Los conmutadores del tablero de a bordo estarán conectados a la central de multiplexado, y no directamente a los dispositivos eléctricos como actualmente sucede. Cada órgano del vehículo estará equipado con un circuito de control electrónico individual que le permitirá la recepción y traducción de las instrucciones provenientes de la central (el microprocesador).

Las ventajas de una concepción de este tipo son evidentes. En primer lugar la simplificación del cableado; puede utilizarse la misma central de multiplexado, sea cual sea el vehículo y las características de su equipamiento. La adaptación del sistema a los diferentes modelos sólo dependerá de la programación de la ROM. Es posible que en un futuro algo más lejano se sustituyan definitivamente los conductores eléctricos por fibras ópticas.

## La electrónica y el confort

De cara al ahorro de energía, requerimiento imprescindible de los coches del futuro, un aumento del confort no parece una cuestión imperativa. No podemos olvidar que gracias a la electrónica existen aún numerosas posibilidades de aumentar el confort de la conducción. El ajuste de posición e inclinación de los asientos no es más que una aplicación ilustrativa de las posibilidades de esta filosofía. Cuando se ha conseguido un ajuste satisfactorio, éste se memoriza en el ordenador central y posteriormente, en caso de que otra persona haya modificado la posición, ésta puede ser recuperada simplemente pulsando un botón. La calefacción y climatización son dos tareas perfectamente controlables por el microprocesador de a bordo. Otra modalidad de confort, no menos efectiva es el control de la propia seguridad del vehículo para aquellos propietarios, que han de dejar sus coches en lugares poco seguros, y por tanto están sujetos a una mayor incidencia de robo o cualquier otro tipo de agresión. A este respecto, Bosch ha diseñado un sistema de una simplicidad asombrosa pero de gran efectividad, en el cual el dispositivo de seguridad está constituido por un detector de inclinación y una pequeña calculadora con memoria. Cuando se estaciona el coche, la posición de éste queda memorizada en la calculadora. En el momento en que se produce cualquier modificación, por ejemplo el enganche de un remolque o la elevación con un gato para desmontar las ruedas, se dispara la alarma. !Los ladrones de automóviles van a vivir tiempos difíciles!

8

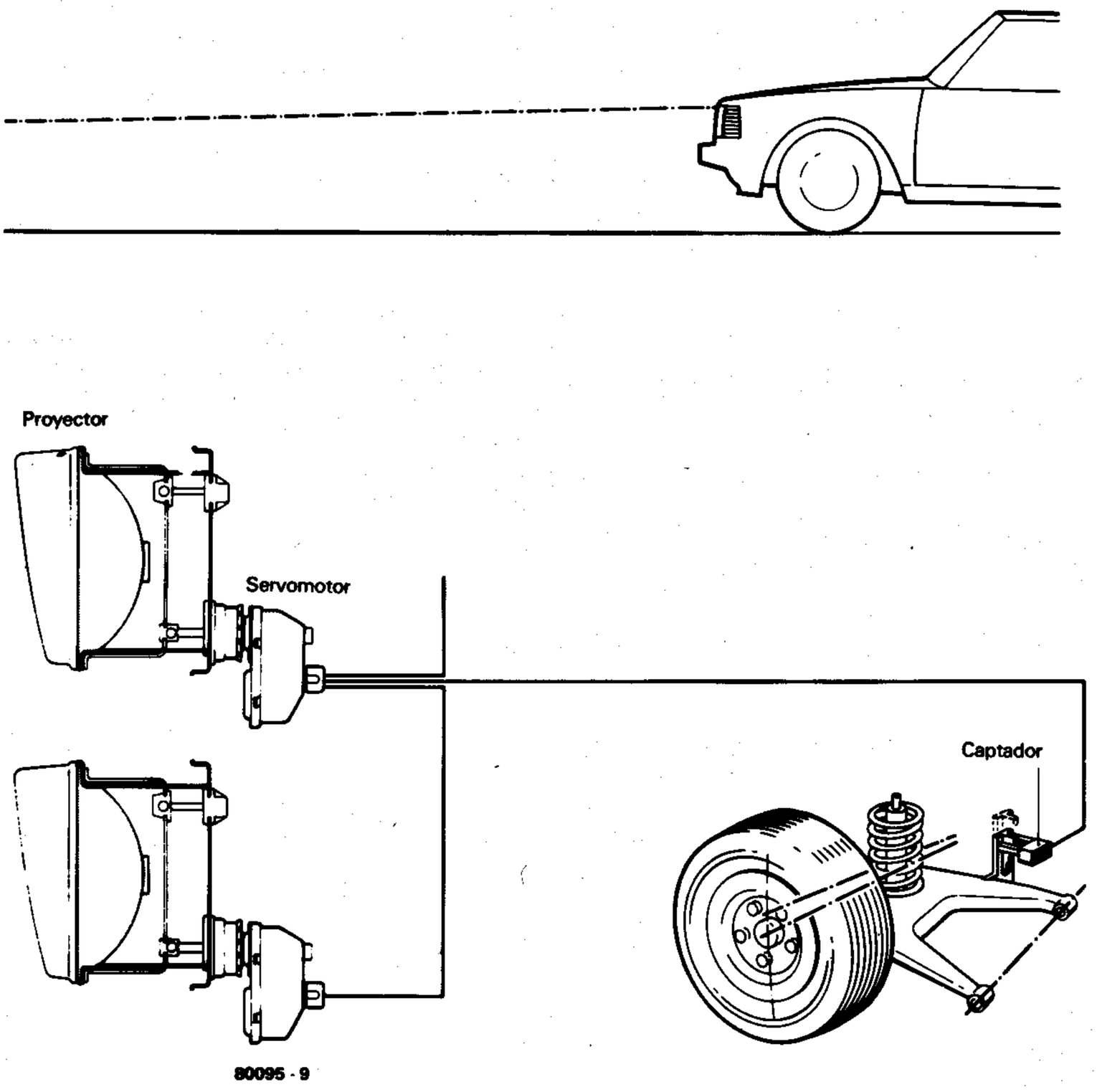



**Figura 8. Regulación automática de la posición de los faros en función de la del vehículo, tomando como punto de referencia el eje trasero. Un captador inductivo controla el servomotor, que modifica la posición del faro correspondiente.**

## Otras aplicaciones

Los ejemplos dados anteriormente podrían hacer creer que la intervención de la electrónica en el automóvil no tiene límite. Sin embargo, ésta opinión no es compartida por la mayoría de fabricantes de automóviles, aun considerando al coche (bajo su punto de vista) como uno de los mejores medios para dar salida a los productos creados por su inagotable capacidad de comercialización. El número de sistemas que constituyen un vehículo, cuya eficacia puede ser mejorada por la electrónica, obviamente tiene un límite. El gran recurso de los captadores así como de los componentes hidráulicos y mecánicos asociados a los sistemas de control electrónico, no implican precisamente una disminución de los precios de venta. La exigencia de una perfecta calidad es, dentro de la tecnología electrónica un factor imprescindible. Por ejemplo, la disminución del porcentaje de fallos del 1 por 100 al 0,1 por 100 en los componentes electrónicos, actualmente se traduce en un aumento del precio de venta del 20 por 100 aproximadamente. El objetivo fijado para los años 80, es alcanzar la cifra del 0,05 por 100, lo cual provocará sensibles aumentos en el costo de los vehículos.

La disminución del consumo de carburante es por consiguiente el dominio en el que se observarán mayores compensaciones en el precio de un vehículo.

Como habrá podido observarse a lo largo de estas líneas, el futuro depara a la industria del automóvil un gran desafío tecnológico y una no menos dura batalla contra el aumento de los precios y las exigencias del consumidor.

9

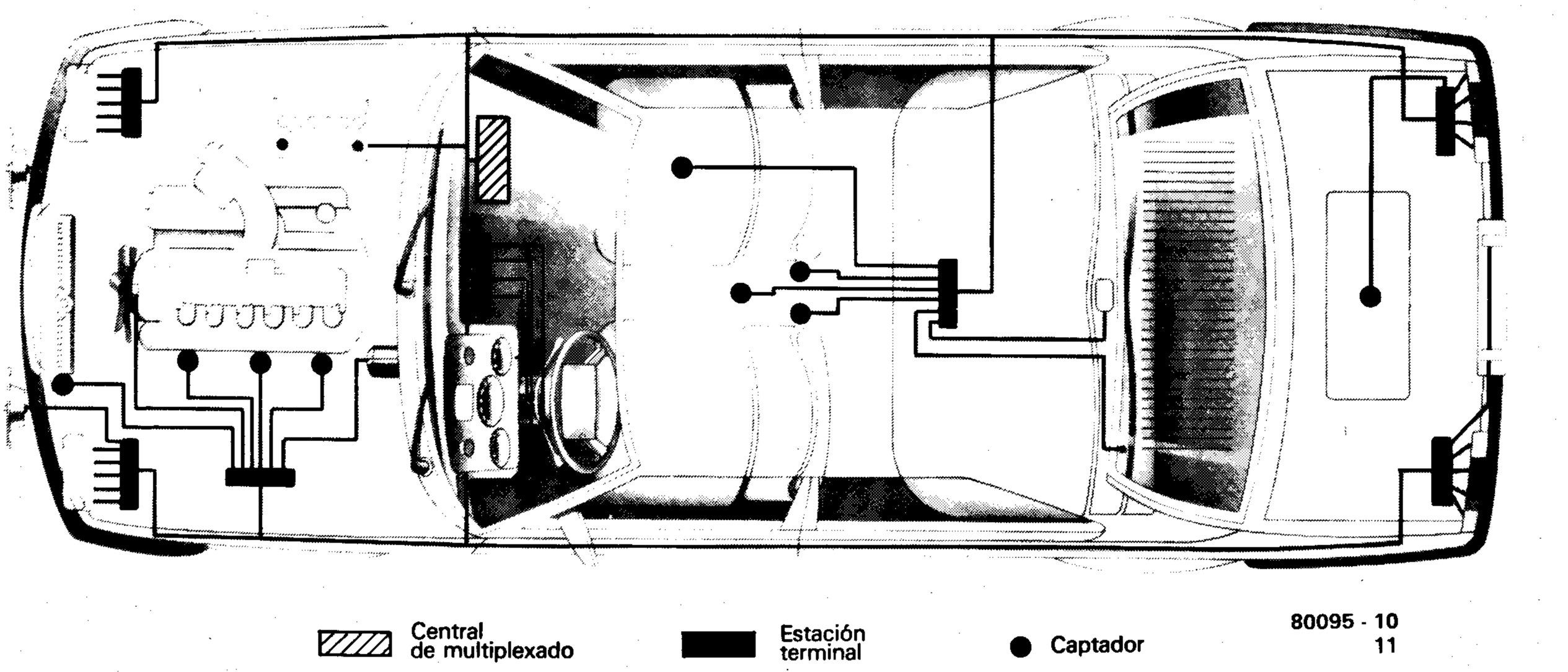
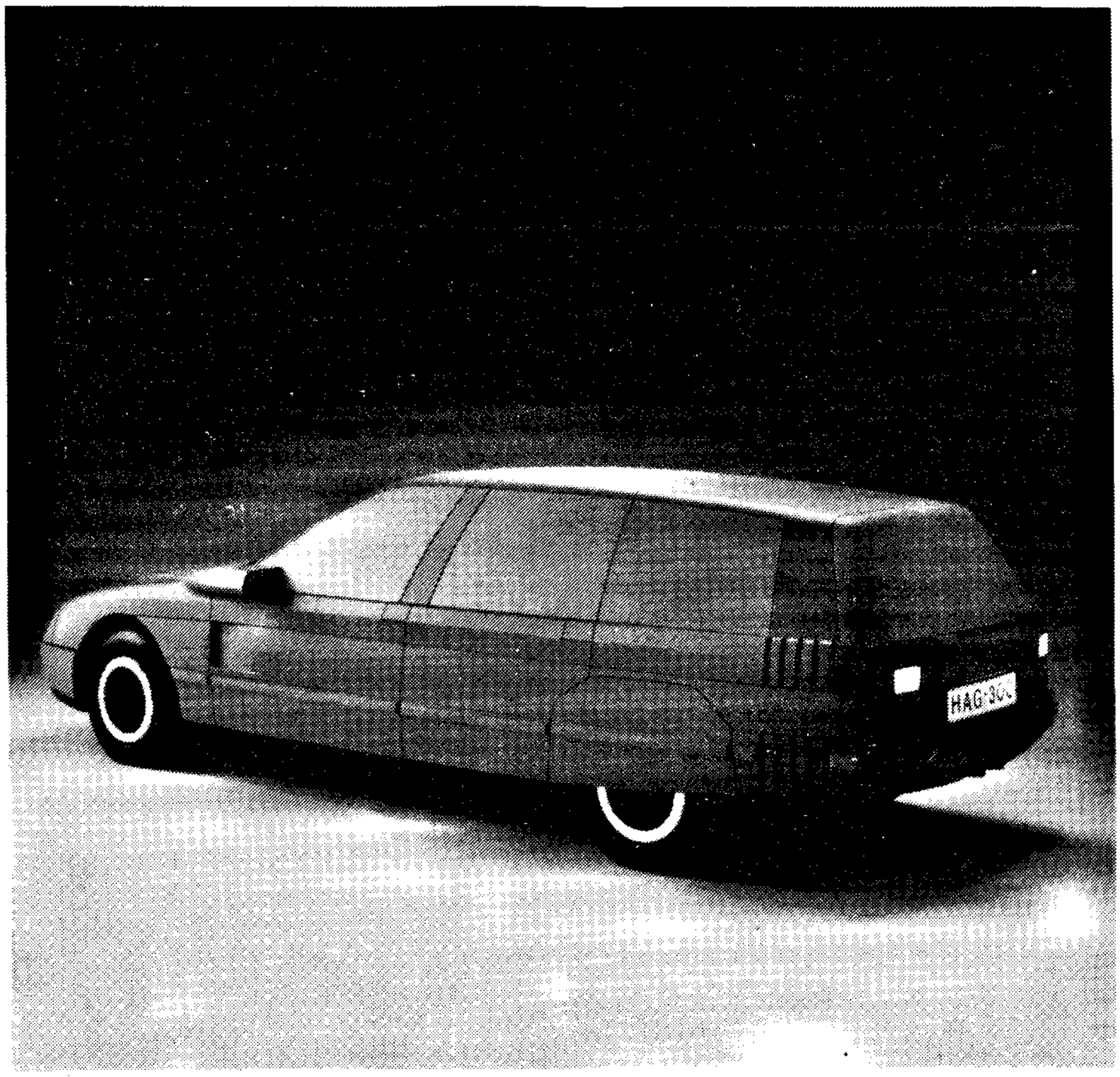



**Figura 9. Esquema sinóptico de los circuitos eléctricos multiplexados que probablemente en un futuro sustituirán a los que hoy conocemos. El control de cada dispositivo eléctrico del automóvil se realizará mediante una central de multiplexado, conectada a cada uno de los circuitos electrónicos que acompañarán a los dispositivos eléctricos.**

# el otro coche

## otros carburantes y otros tipos de propulsión



**Actualmente, no parece estar demasiado claro cuál va a ser (a menos que se opte por la simple y llana eliminación de los vehículos a motor) el sustituto del automóvil. El que ahora conocemos, con su exagerado consumo de carburante, gradualmente y de forma ineludible irá desapareciendo para dar paso a otros modos de propulsión y otros tipos de carburantes. ¿Cuáles? ¿Hasta dónde han llegado las investigaciones actuales? En resumen ¿qué nos depara el futuro sobre este polémico tema?**

Por todo el mundo los investigadores se afanan en encontrar nuevas fórmulas para sustituir los recursos energéticos actuales. Básicamente las directrices de ésta, hasta ahora infructuosa, búsqueda son dos:

- A corto plazo se intenta elaborar nuevos carburantes y construir nuevos motores menos «golosos» con el fin de preservar las reservas de petróleo.
- A largo plazo el objetivo perseguido, es la realización de un vehículo que se ha dado en llamar el «coche del futuro» del que se espera incluya todas aquellas mejoras que que en nuestros vehículos actuales son desventajas: consumo reducido de energía, independencia de los carburantes derivados del petróleo, mayor vida útil, una construcción que permita el reciclaje de las materias primas empleadas, poco o nada contaminante, mayor seguridad, y naturalmente, sin que por ellos e vean sacrificadas la potencia y el confort (y por supuesto el precio). ¡Un verdadero sueño!

### Nuevos carburantes

La investigación sobre nuevos carburantes, ha hecho bastantes progresos en los últimos años. Es suficiente citar algunos de ellos como la electricidad, el alcohol (etílico y metílico) y el hidrógeno (a más largo plazo).

Como fuente de energía, y en lo que concierne a los automóviles, la electricidad parece por el momento ofrecer unas perspectivas poco prometedoras. La capacidad de carga de los acumuladores no ha variado sensiblemente a lo largo de 50 años, ya que, los más recientes vehículos experimentales aún siguen empleando acumuladores de plomo. Otros tipos más evolucionados como los acumuladores de zinc y aire, o zinc y cloro, o incluso de azufre y sodio, requerirán todavía de 10 a 15 años antes de que su utilización sea rentable. Admitiendo que llegarán a realizarse los sueños de los investigadores más optimistas, estos nuevos dispositivos permitirán almacenar una carga cuatro veces superior a la de los acumuladores actuales. Lo cual no representaría un gran avance debido a que la utilización de estos vehículos quedarían limitada a los medios urbanos.

En ningún caso, el rendimiento global de un coche eléctrico es superior al de los vehículos equipados con motor diesel. La ventaja de la electricidad como energía de propulsión reside en su relativa independencia del petróleo, ya que también puede ser generada mediante combustibles minerales (carbón, lignito, etc.), energía atómica y hulla blanca, así como la ausencia de

1

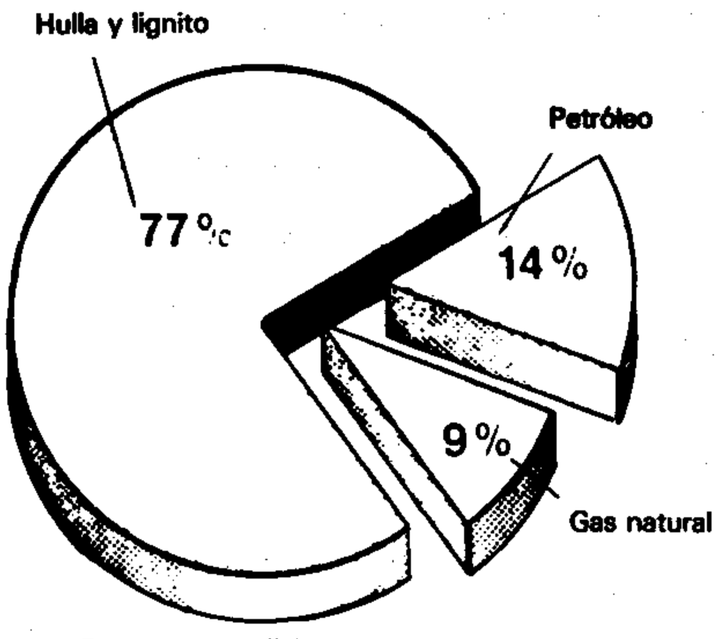



**Figura 1. Recursos mundiales de energía primaria fósil. Las tres cuartas partes de estas reservas están constituidas por lignito y hulla.**

2

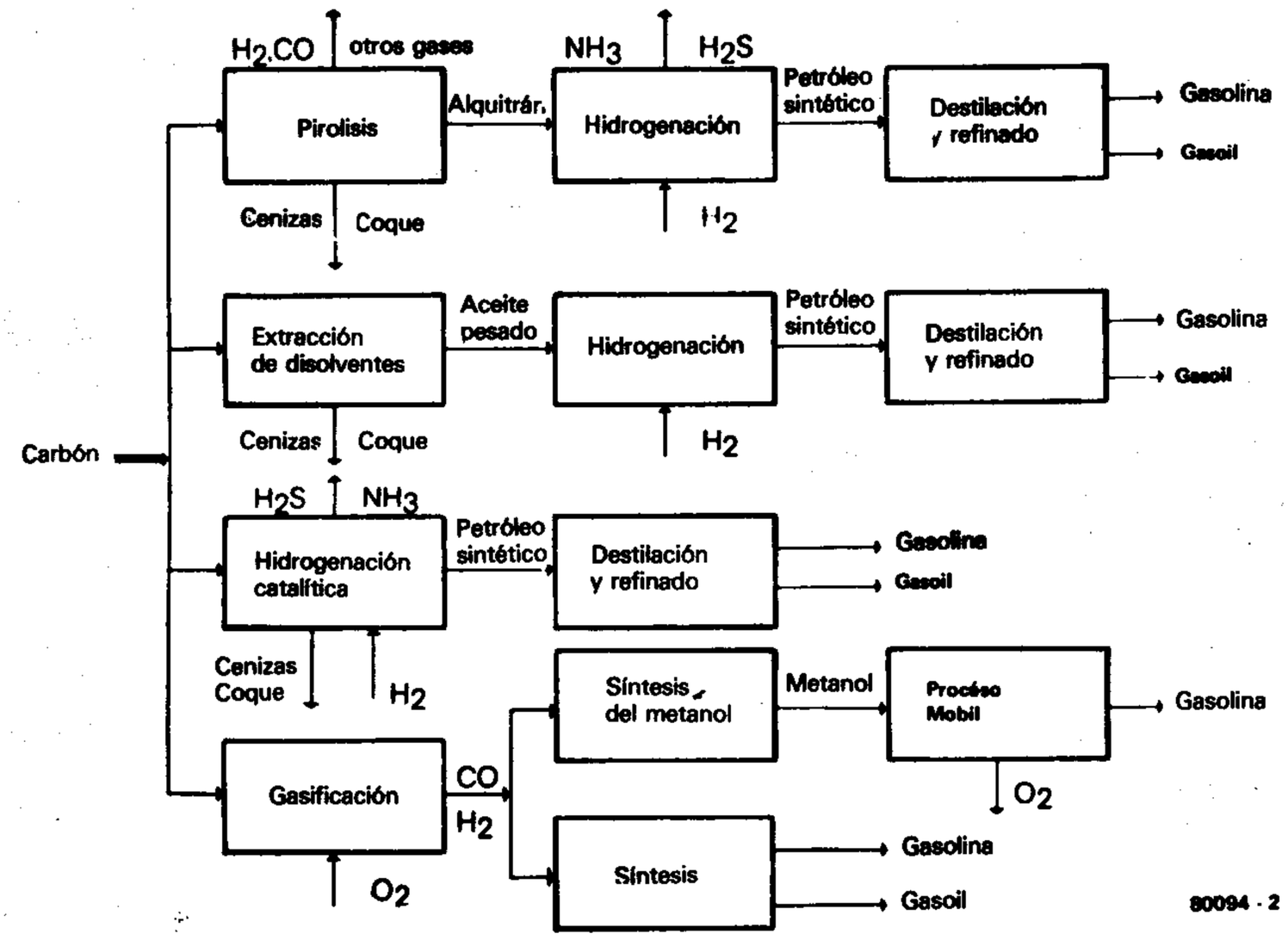



**Figura 2. ¿Cómo se obtienen los carburantes líquidos a partir del carbón? El proceso es parecido al de los carburantes corrientes. (Fuente: Daimler-Benz.)**

3

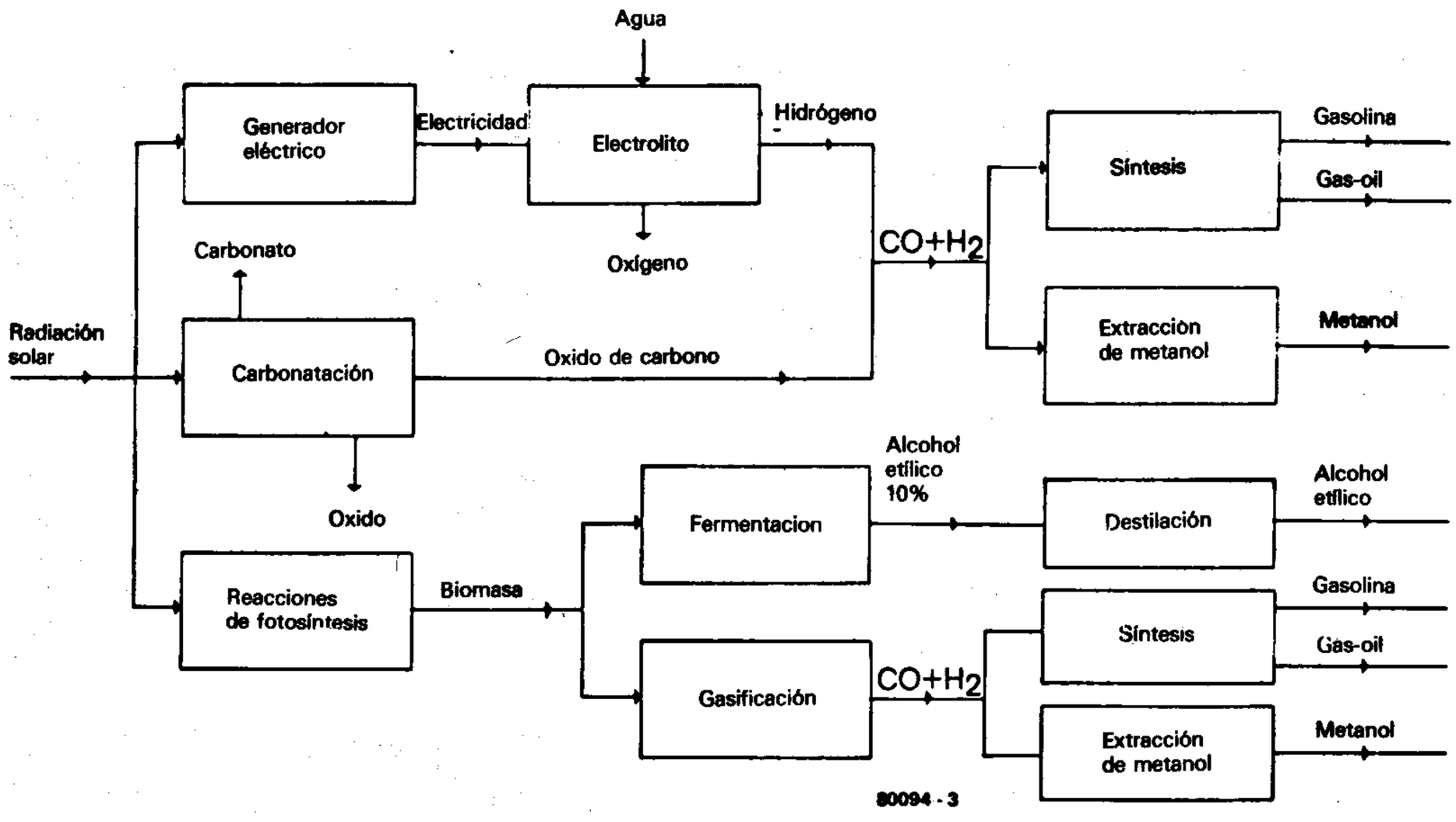



**Figura 3. Fabricación de los carburantes a partir de la energía solar. Vista general de las basés del proceso. La utilización de la biomasa (fotosístesis de vegetales) ofrece por el momento las mejores perspectivas. (Fuente: Daimler-Benz.)**

ruidos y de productos contaminantes (inevitables en los motores actuales).
El entusiasmo por las pilas de combustible ha decaído notablemente debido a los resultados poco esperanzadores que ofrecen. En este orden de ideas, el hidrógeno aparece como fuente de energía alternativa para los motores tradicionales de combustión interna.
En la figura 6 se muestra un vehículo experimental diseñado por Daimler—Benz, impulsado por hidrógeno. En un motor de gasolina convencional, el hidrógeno se quema dejando como únicos residuos vapor de agua y una débil cantidad de óxido de nitrógeno. El único punto débil de este sistema sería un depósito lleno de hidruros metálicos (polvo de hierro, níquel y titanio). Estos hidruros absorben nitrógeno y liberan calor en la primera fase; en una segunda fase (calentándolos) liberan el hidrógeno. Sólo son necesarios algunos minutos para recargar el depósito de hidrógeno. Gracias a este método de almacenamiento es posible transportar este elemento (explosivo por naturaleza cuando está bajo presión) sin el menor peligro. Sólo queda un problema por resolver, y es que la cantidad de hidrógeno almacenado es todavía demasiado pequeña en relación al peso y volumen del depósito. Es por esta razón que los ensayos sólo se han realizado sobre vehículos con radio de acción limitado. A largo plazo el hidrógeno ofrece una de las mejores soluciones como sustitutivo de la gasolina, y derivados del petróleo, ya que el objetivo es obtener una fuente de energía barata a partir de una materia prima inagotable (como en este caso lo es el agua).
A medida que han ido apareciendo los problemas de almacenamiento de desechos atómicos, los investigadores han concentrado su interés en la energía solar. Sin embargo, hasta el presente no se ha desarrollado ningún proceso viable para producir hidrógeno, utilizando el sol como fuente de energía, ni existen indicios de que en un futuro próximo vaya a haber. Por el contrario, el alcohol ofrece una perspectiva seria de disminución (a corto plazo) de nuestra dependencia de los productos petrolíferos. Este carburante es directamente utilizable en los motores de gasolina de fabricación corriente; en Brasil ha comenzado ya la producción en serie de motores cuyo combustible de base es el alcohol. Las modificaciones necesarias para

4

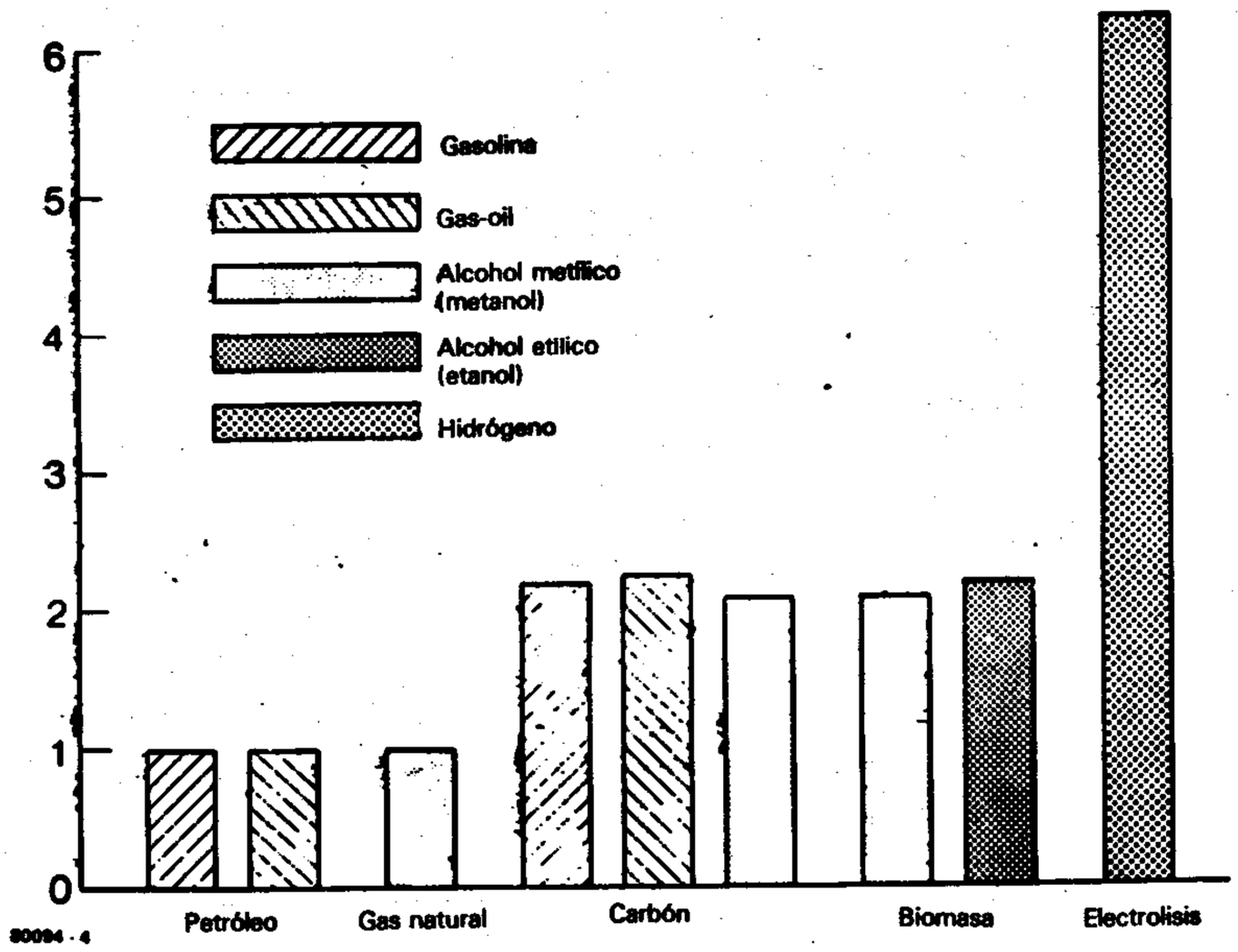



**Figura 4. Costo de fabricación relativo de los diversos carburantes líquidos a partir de diferentes materias primas. En el caso de la electrolisis las materias primas son el agua y la electricidad. (Fuente: Daimler-Benz.)**

5

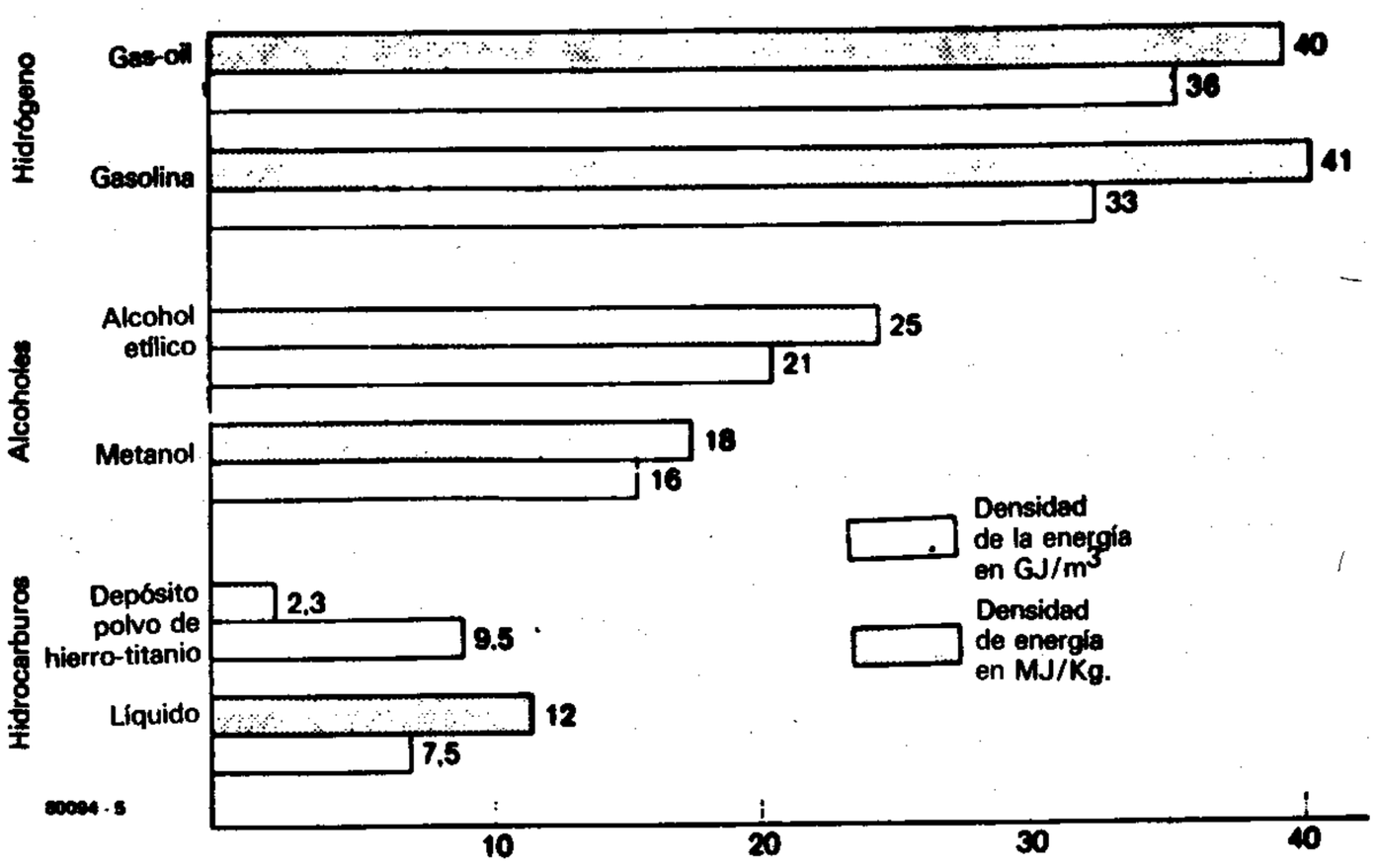



**Figura 5. Densidad energética de los diferentes sistemas acumuladores de energía, en relación con la masa y el volumen. La densidad energética de los acumuladores de plomo no figuran en esta tabla. Con relación a la masa, actualmente es el 1 por 100 del valor de la gasolina o del gasoil. (Fuente: Daimler-Benz.)**

utilizar este tipo de carburantes, únicamente afectan al carburador y a los conductos de combustible. La potencia energética inferior (la del metanol es aproximadamente la mitad que la de la gasolina) de este tipo de carburantes se traduce en un consumo y un volumen del depósito de combustible mayores. Mientras que en Brasil y USA ya funcionan motores de explosión a base de alcohol etílico fabricado a partir de vegetales que contienen azúcares y almidón (como la caña de azúcar, la remolacha azucarera y la patata), en Europa y particularmente en la República Federal Alemana, los ensayos se hacen a partir del alcohol etílico o metanol. Este alcohol se obtiene a partir de todas las materias primas carboníferas, tales como el carbón, el gas natural, los desechos vegetales y los detritus de cocina. Las experiencias realizadas hasta el presente con el M15 (mezcla compuesta por el 15 por 100 de metanol y el 85 por 100 de gasolina) son muy positivas. En el mes de octubre de 1979 comenzó en Berlín un vasto programa de experimentación, repartido en 4 años, en el que participan alrededor de 600 coches de turismo.

## Nuevos motores

La producción de motores más económicos deben completar las tentativas de investigación para reemplazar los carburantes derivados del petróleo a medida que se vayan agotando las reservas. En este número consagrado a la electrónica en los coches de los años 80 se pone claramente de manifiesto esta cuestión. Es curioso comprobar que nuevamente comienza a hablarse de la turbina de gas como sistema alternativo de los motores de explosión. Es cierto que la sustitución de aceros resistentes a altas temperaturas por materiales cerámicos en las cámaras y difusores de las turbinas, podría facilitar la utilización de este sistema en los coches normales. En este año los primeros resultados nos mostrarán si la turbina de gas tiene alguna posibilidad de incorporarse en los coches de turismo.

En lo que concierne a los vehículos utilitarios, particularmente en los autobuses, existe ya toda una gama de soluciones alternativas aplicadas a la propulsión.

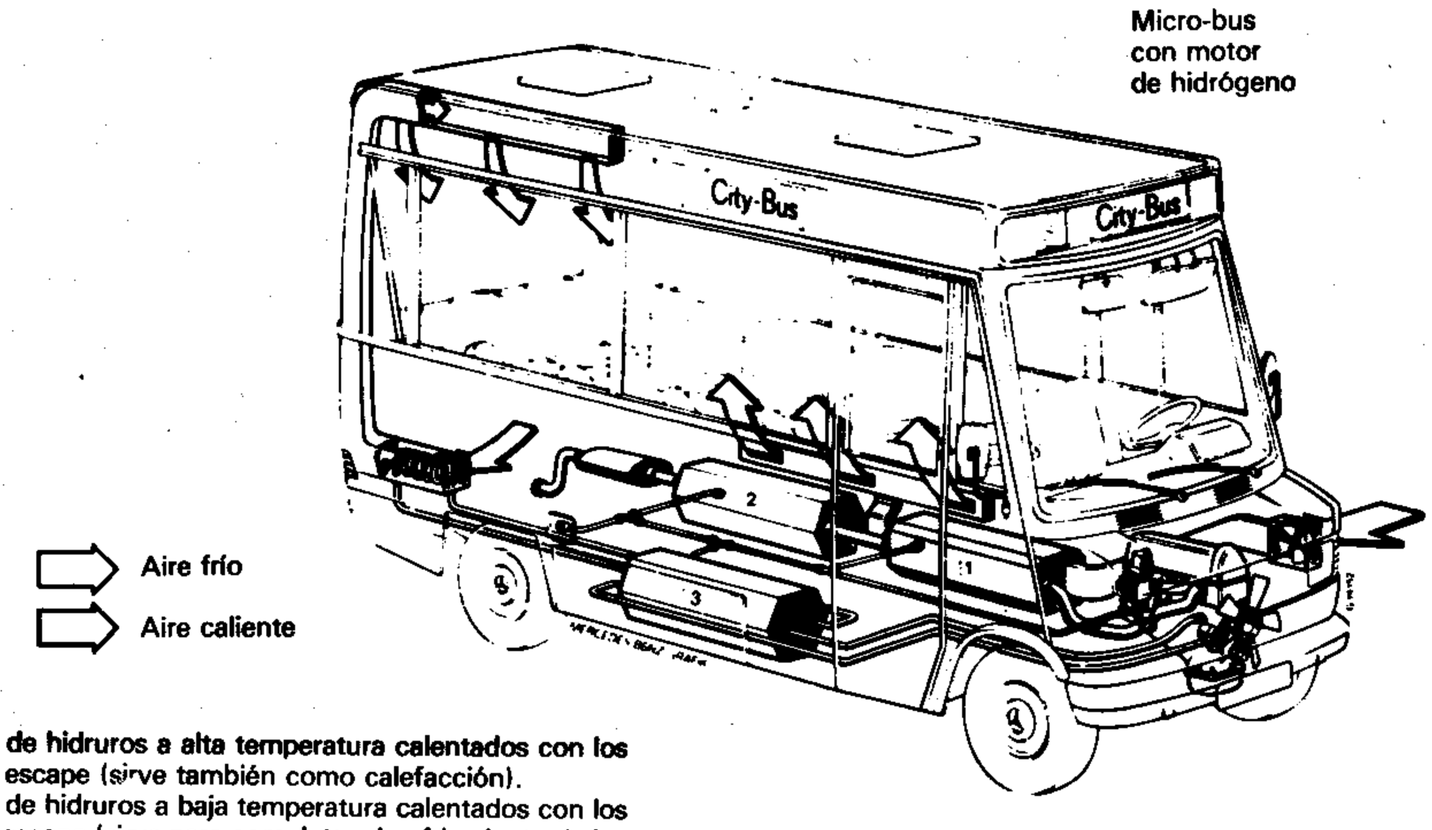
## Sistemas híbridos

Puesto que un único modo de propulsión (diesel, acumuladores, volante de inercia) presenta ventajas e inconvenientes específicos, los investigadores se orientan frecuentemente hacia la combinación de varios sistemas para así obtener una fórmula híbrida que reuna todos los aspectos positivos y elimine las desventajas. Actualmente, son cuatro los dispositivos en estado de experimentación o de realización, que se destacan dentro de toda la masa de combinaciones imaginables. El *autobús electrohíbrido* es el resultado de asociar un motor diesel con acumuladores eléctricos. Un generador diesel carga las baterías y contribuye parcialmente a generar la energía de propulsión. Cuando el trayecto lo permite, el autobús tiene gran autonomía y circula (con el generador diesel desconectado) sin emitir productos contaminantes, lo cual es mucho más caro y precisa de una mayor cantidad de energía que la simple propulsión diesel. Un experimento a gran escala fue desarrollado a mediados de 1979 en la región de Stuttgart, con una veintena de autobuses.

El *diesel-o-bus,* o duo-bus, constituye una variante en la que una caja de velocidades y un embrague selectivo permiten escoger entre una propulsión por motor diesel o por motor eléctrico. Evidentemente, esta fórmula es sensiblemente más costosa que utilizar un solo motor, sin embargo el consumo de energía es inferior. Los ensayos prácticos continúan en Esslingen cerca del Neckar.

Un tercer sistema híbrido *el giro-bus,* combina un motor diesel y un volante de rotación rápida como acumulador de energía. Esto permite asegurar al diesel un funcionamiento en régimen constante. Con este sistema la energía que se desperdicia en las frenadas se almacena y posteriormente se vuelve a utilizar («frenado útil»). A pesar de las pérdidas de energía producidas en la caja de cambios de variación continua, se obtiene una economía de energía importante frente a la propulsión por motor diesel únicamente. Para cortos trayectos, la utilización exclusiva de energía giroscópica elimina la emisión de gases contaminantes. Actualmente, el giro-bus se encuentra aún en estado experimental y se prevé la utiliza-

6




1. Depósito de hidruros a alta temperatura calentados con los gases de escape (sirve también como calefacción).
2. Depósito de hidruros a baja temperatura calentados con los gases de escape (sirve para completar el enfriamiento de los gases de escape y para condensar el vapor de agua expulsado).
3. Depósito de hidruros a baja temperatura con intercambiador de calor por circulación de líquido (puede utilizarse como sistema refrigerador).

**Figura 6. Micro-bus equipado con un propulsor de hidrógeno y depósito de hidruros. (Fuente: Mercedes-Benz.)**

ción de un microordenador para la gestión del sistema.

En una segunda versión se ha previsto la utilización de un acumulador de presión, en lugar del volante giroscópico, para así poder recuperar la energía útil de frenado. Este último prototipo ha sido bautizado con el nombre de *hidrobus,* y ya ha sido objeto de las primeras pruebas en Berlín. El acumulador de presión a gas y un convertidor hidrostático son los elementos que permiten alcanzar economías de energía del 30 por 100, en relación a un motor diesel. Se está realizando en Berlín, una experimentación a gran escala con 88 hidrobuses.
Igualmente, parece posible la explotación de los acumuladores de presión para la recuperación de energía en los automóviles de turismo normales. En Francia una pequeña industria especializada, ha equipado un Renault 5 (modificado) con un dispositivo de este tipo.

7

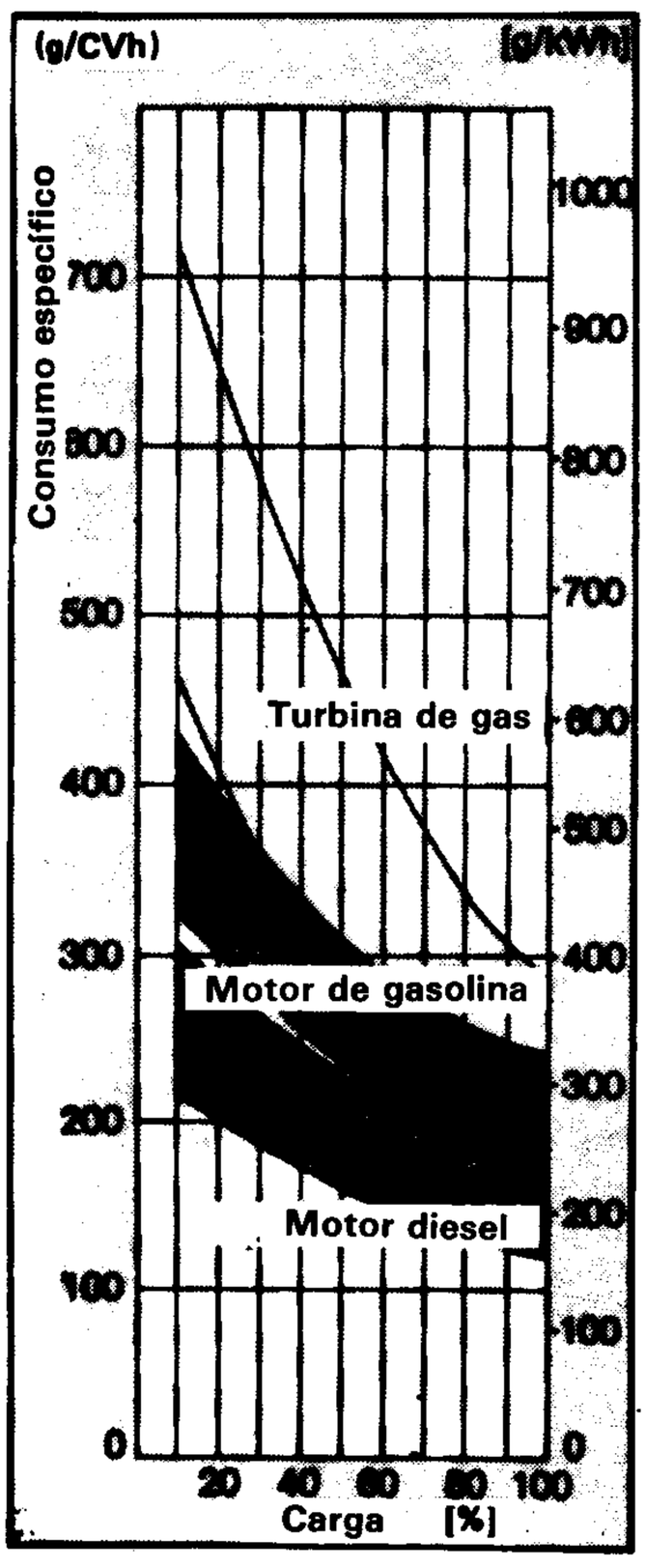



**Figura 7. Consumo específico de una turbina de gas, de un motor de gasolina y de un motor diesel. En breve se espera obtener para la turbina de gas un consumo parecido al de los diesel. No se excluye que puedan superar el de la gasolina. (Fuente: Bosch.)**

8

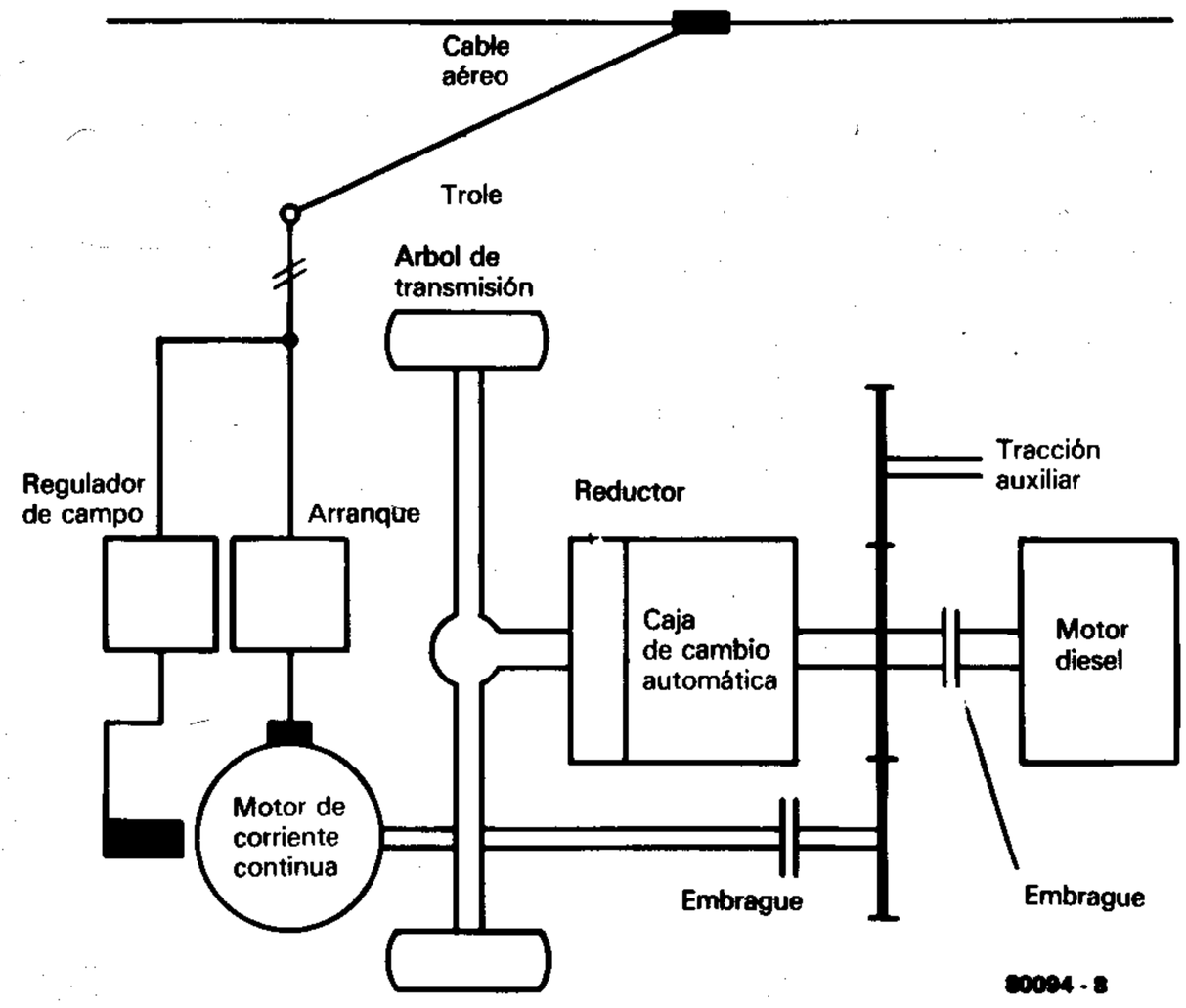



**Figura 8. Esquema del sistema propulsor del diesel-o-bus, conocido como duobus. (Fuente: Bosch.)**

9

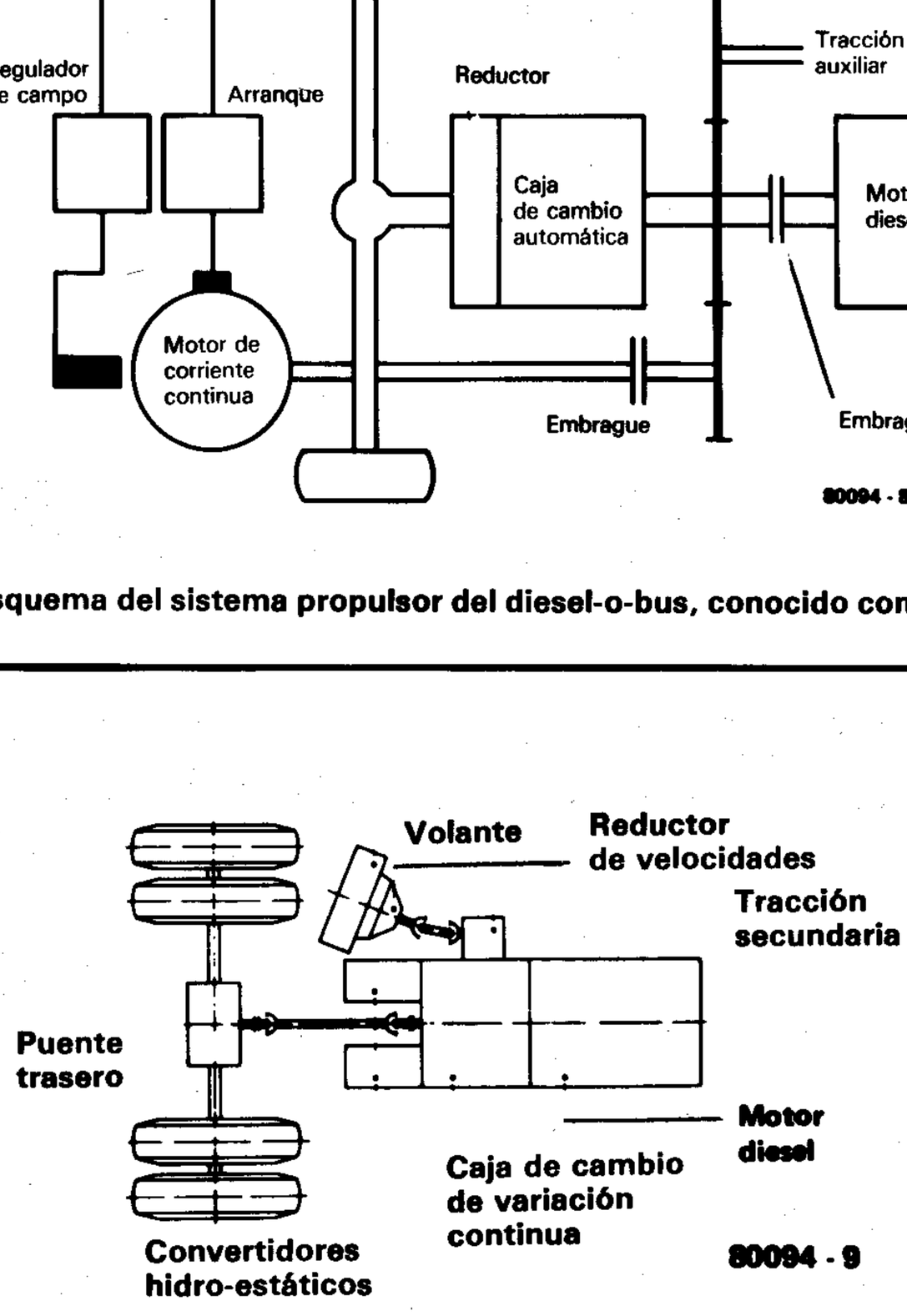



**Figura 9. Esquema del sistema propulsor «girobus» dotado de un volante giroscópico. Un dispositivo de propulsión giroscópico asociado a un motor diesel permite la recupeación de la energía en las frenadas. (Fuente: MAN.)**

## Consideraciones sobre el vehículo del futuro

Se ha organizado un proyecto de investigación bajo la responsabilidad del ministerio de tecnología de Alemania Federal, que agrupa a representantes de la industria del automóvil Alemana (excluyendo a Ford y Opel) y a un grupo de universitarios cuyos miembros pertenecen a las universidades de Aix-la-Chapelle, Berlín, Stuttgart y Darmstadt. Los grupos de investigación participantes han elaborado, en un espíritu de libre concurrencia, varias soluciones cuyos resultados serán expuestos en el curso de los dos próximos años. Se dispone ya de conclusiones parciales; las dos fotografías del protofipo muestran el UNI-CAR, nombre dado por los universitarios a este vehículo. El aspecto exterior, quizá poco espectacular, no debe, sin embargo, disimular el hecho de que los investigadores ofrecen algunos detalles de construcción interesantes entre los que se distinguen una forma concebida en función de la aerodinámica y de la protección del peatón, una calandra y un revestimiento del capot de goma espuma y nylon, puertas realizadas en aleación de aluminio. Los asientos delanteros son fijos, sin embargo el tablero de a bordo y el volante son móviles y reglables, los pedales son ajustables; la propulsión corre a cargo de un motor diesel con turbocompresor MAN de inyección directa, con una cilindrada de 2,3 a 2,5 litros y una potencia de 75kW (100CV), colocado en un compartimento protegido acústicamente. La potencia será transmitida a las ruedas mediante una caja de velocidades mecánica de relación continua, asistida por un regulador electrónico del tipo «Transmatic».
Los diferentes parámetros relativos a las prestaciones y al consumo deberían parecerse a los siguientes: aceleración de 0 a 100 km/h. en 13 ó 15 segundos, velocidad máxima 170 km/h., consumo medio 6,7 l/100 km. Las prescripciones del ministerio federal para esta categoría de vehículos (peso en vacío 1.250 kgs., peso cargado 1.700 kgs.), son de 9,5 l/100 km. (!).
Volkswagen ha votado igualmente en favor del motor diesel para el coche del futuro que se situará en la clase de peso inferior (tipo «Golf»). Resultan curiosas las opiniones de la casa Daimler-Benz, cuando afirma que el «Mercedes del futuro» será propulsado por una turbina de gas cuya potencia será de 110kW. (150CV) y un consumo de 8,3 a 10,1 l/100 km. Cualquiera que sea la solución, todos los automovilistas esperamos los próximos resultados impacientemente.

**10**

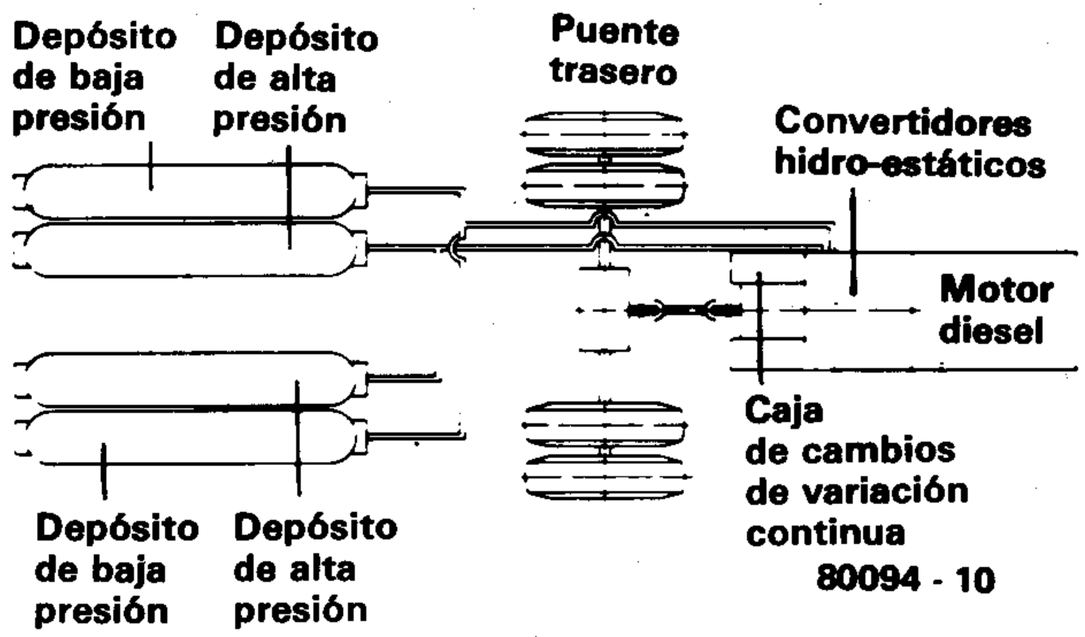
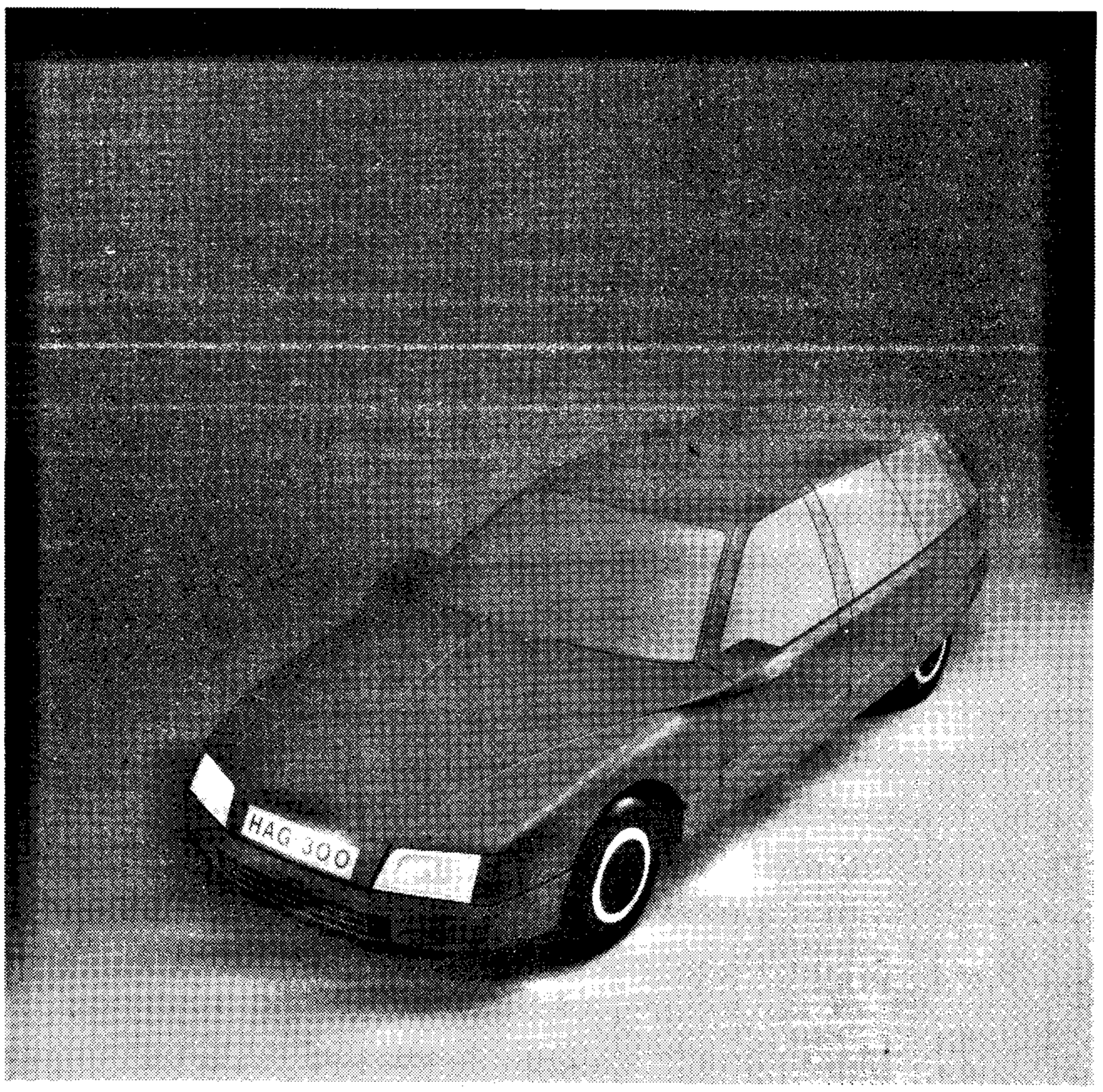
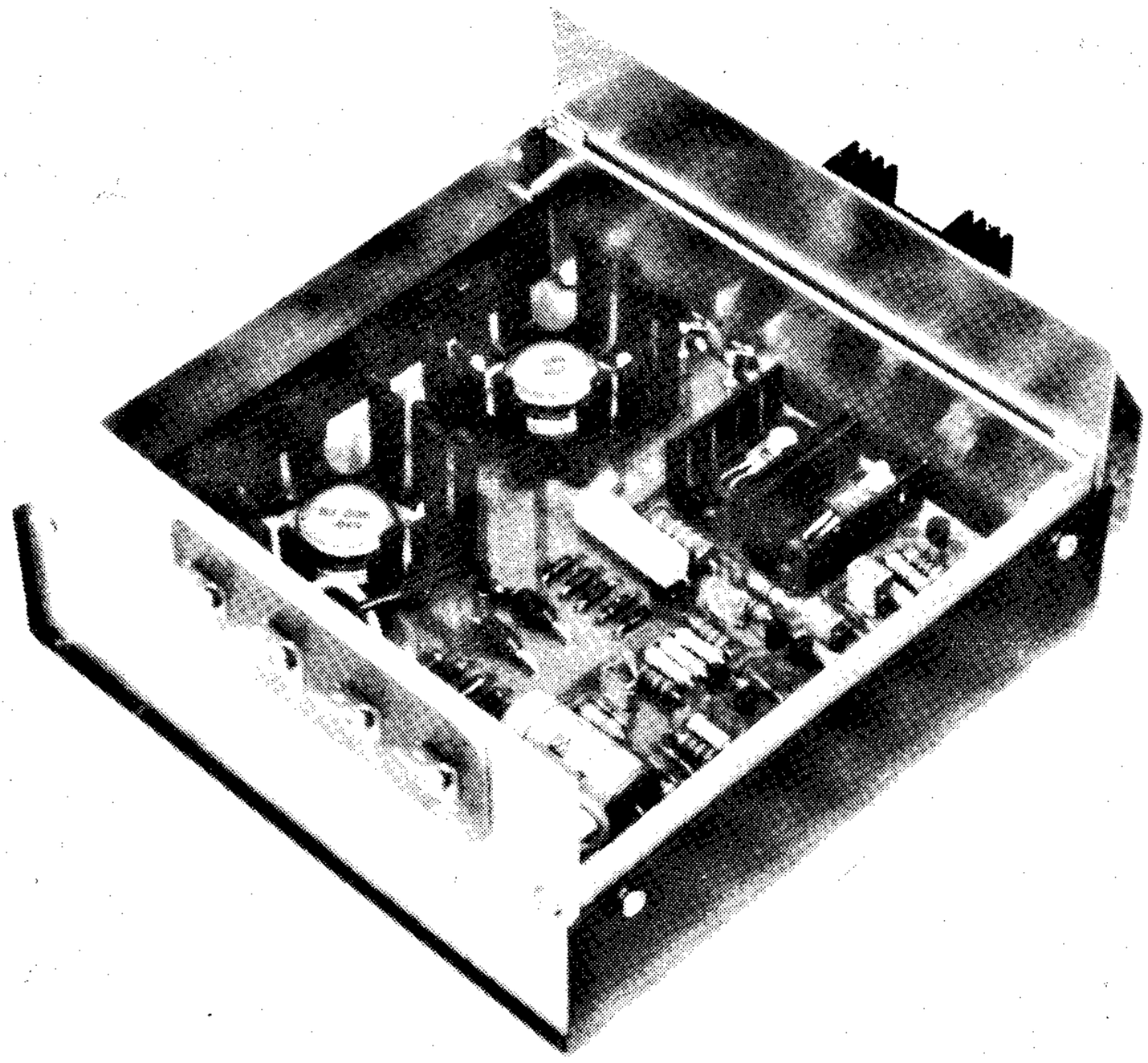



**Figura 10. En el hidrobus, la energía de frenado es almacenada en los depósitos de gas anexos; la conversión se efectúa mediante un sistema hidráulico (de ahí su denominación). Este es un dispositivo explotable en un coche de turismo, como lo ha demostrado un prototipo realizado por la firma francesa, utilizando un Renault 5. (Fuente: MAN.)**




**Fotografías 1 y 2. Modelo de coche concebido por un grupo de estudiantes universitarios bajo el patrocinio del Ministerio de Investigación y tecnología de Alemania Federal. Por otra parte la línea aerodinámica del vehículo (factor de penetración = 0,29), muestra una preocupación por la seguridad de los peatones al cubrir el exterior con revestimientos de gomaespuma y nylon, además de evitar formas angulosas que simultáneamente contribuyen a conseguir un mejor aislamiento acústico. Un detalle interesante lo compone el retrovisor que en este caso se encuentra integrado en la carrocería, a fin de mejorar el factor de penetración. (Fuente: Hochschul-Arbeitsgemeinschaft.)**

**Fotografía 1. Prototipo del encendido electrónico transistorizado de Elektor.**



CONSULTAR ELEKTOR Nº 18
PAG - 11-20

# encendido electrónico

**No todo son aspectos negativos en la crisis energética: se han realizado muchos esfuerzos para mejorar viejos sistemas (para economizar energía claro está). Creemos que esto es exactamente lo que hemos hecho con el antiguo sistema de encendido de los coches. Aunque efectivamente en el comercio se encuentran numerosos sistemas transistorizados o de tiristores, casi todos ellos padecen de diversos inconvenientes. En este artículo se explica la construcción y montaje de un sistema de encendido, que combina las ventajas más notables de todos los sistemas, incluidos los convencionales. Esta «receta», mezclada con algunas ideas personales ha dado como resultado el sistema de encendido transistorizado de Elektor.**

Parece a primera vista, que entre los modelos más conocidos de encendidos electrónicos, la versión a tiristores representa la mejor solución posible. Esto es cierto, siempre y cuando se consideren solamente los circuitos más sencillos, sin embargo, es totalmente erróneo cuando se tienen en cuenta todos sus inconvenientes: por ejemplo, la duración de la chispa generada por un tiristor dista mucho de ser la ideal.

En el sistema de encendido electrónico de Elektor, se han tenido en cuenta un gran número de parámetros:

1. La energía de la chispa debe ser independiente, de la velocidd del motor y del ángulo de cierre del ruptor.
2. El «rebote» de los contactos del ruptor no deben afectar al funcionamiento del sistema.
3. La alta tensión generada debe ser como mínimo igual a la del sistema de encendido con tiristor, aun cuando la bobina sea del tipo estandar.
4. No debe circular ninguna corriente por la bobina, aunque el coche esté parado y los contactos del ruptor (platinos) estén cerrados.

La importancia de estas especificaciones resultará evidente para la mayoría de los lectores, aunque los puntos más delicados sean poco conocidos.

En la figura 1 se muestra un sistema de encendido convencional (no electrónico). El cierre de los contactos del ruptor se controla mediante el árbol de distribución. Cuando se abren los contactos del ruptor, la corriente que circula por el arrollamiento primario de la bobina (PV) queda interrumpida, con lo cual se induce una tensión muy elevada en el arrollamiento secundario (SW) produciéndose la chispa. Para explicarlo más en detalle: cuando los contactos en el ruptor se cierran, la corriente que atraviesa el primario de la bobina aumenta de forma exponencial hasta un valor $I_p$ en un tiempo $T_1$, como muestra la curva de la figura 2. El valor de $I_p$ viene determinado por la resistencia del arrollamiento primario y por la tensión de la batería. La energía de la chispa producida por la apertura del ruptor después del tiempo $T_1$ será máxima.

La bobina debe estar diseñada para obtener el máximo rendimiento en los regímenes más elevados del motor, es decir, el ángulo de cierre del ruptor deberá poderse ajustar de manera que la bobina quede totalmente cargada cuando el motor alcance el valor máximo de rpm.

Aquí se presenta un grave problema. Si el ángulo de cierre del ruptor disminuye, la tensión primaria no podrá alcanzar su valor máximo a velocidades elevadas, lo cual significa una disminución de la alta tensión, y por consecuencia de la energía de la chispa. Este hecho constituye por sí mismo un motivo suficientemente poderoso, como para estudiar un sistema de encendido electrónico independiente del ángulo de apertura y de la velocidad del motor. Sin embargo, a pesar de que lo ideal sería eliminar el ruptor, nuestro sistema sigue utilizando los contactos de los platinos. Su principal inconveniente reside en que la erosión producida por la alta corriente que atraviesa este contacto modifica el ángulo de apertura. Este problema queda ampliamente reducido con el empleo de sistemas electrónicos.

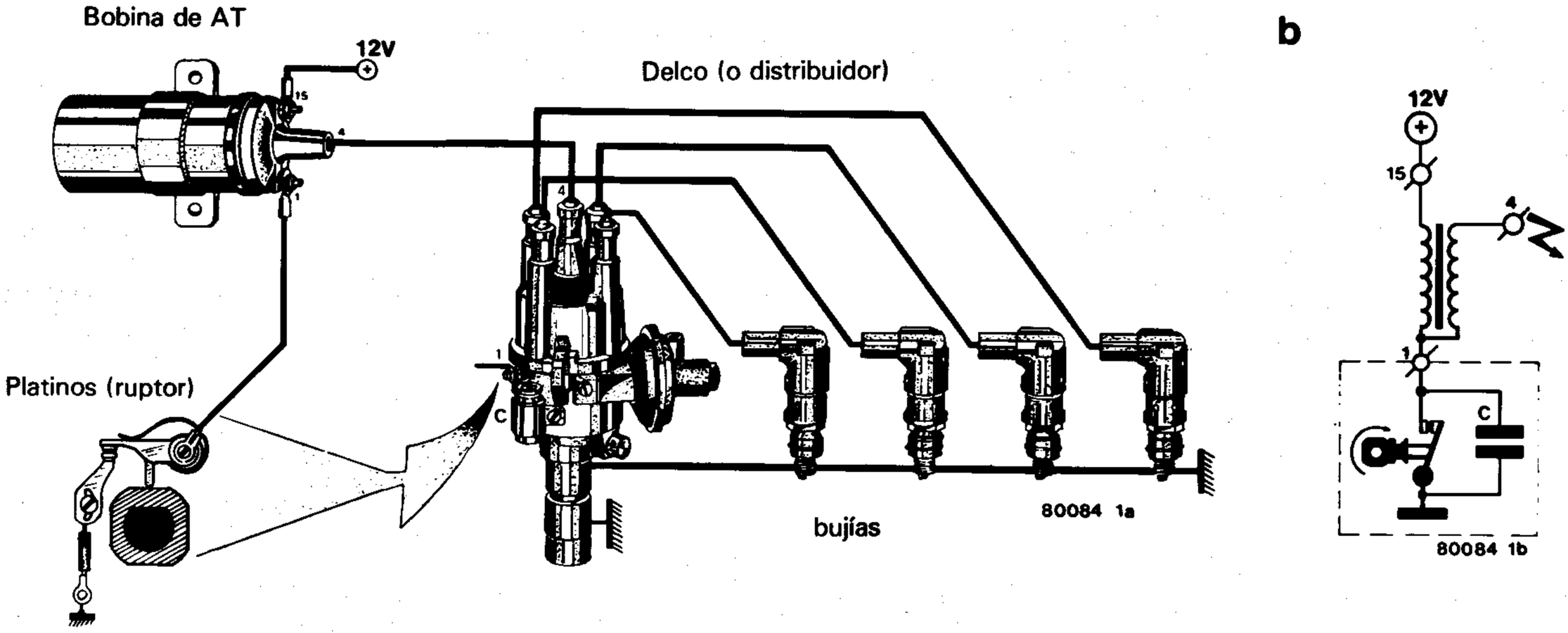



**Figura 1. Sistema de encendido convencional utilizado en los motores de gasolina.**

Sin embargo no se trata de la solución ideal, puesto que el desgaste mecánico y la degradación del resorte (responsable de los rebotes) siguen siendo las mismas. (En el sistema que se describe en este artículo, dicho sea de paso, el problema de los rebotes queda totalmente eliminado.) Todos estos inconvenientes desaparecen cuando se sustituyen los platinos por un sistema óptico, o inductivo. A pesar de todo, el mantenimiento del sistema convencional de platinos presenta la ventaja de poder restituir fácil y rápidamente el sistema de encendido original del vehículo tan sólo cambiando de posición un interruptor.

Existe otro problema que conviene considerar: todo aumento de la resistencia en el arrollamiento primario de la bobina tiene un efecto nefasto sobre la alta tensión generada, y por tanto sobre la energía de la chispa. Esto significa que cualquier interruptor electrónico, conectado en serie con el primario de la bobina debe presentar muy baja resistencia (para no modificar los parámetros de la bobina). Teóricamente, esto no debería ser un problema, sin embargo, en la práctica es preciso tener en cuenta las limitaciones tecnológicas de los componentes. El transistor de conmutación utilizado deberá incluir un circuito de protección contra las tensiones transitorias y desafortunadamente, estos circuitos de protección introducen una atenuación considerable. En el encendido electrónico presentado por ELEKTOR, se han tomado las medidas necesarias para que esta atenuación no intervenga más que si se alcanzan los límites de tensión del transistor de conmutación.

La alta tensión no depende únicamente de la resistencia del primario de la bobina, el valor de la corriente y la velocidad de conmutación ejercen igualmente una gran influencia sobre la descarga de alta tensión. Si se quieren obtener tensiones superiores a lo normal mediante un circuito de encendido electrónico transistorizado, es evidente que será preciso modificar algunos de los parámetros anteriormente citados. Un aumento de la tensión obtenida en el arrollamiento primario, exigiría el empleo de una bobina especial con una resistencia en el primario ($R_p$) mucho más reducida, y por consiguiente, una disminución de la

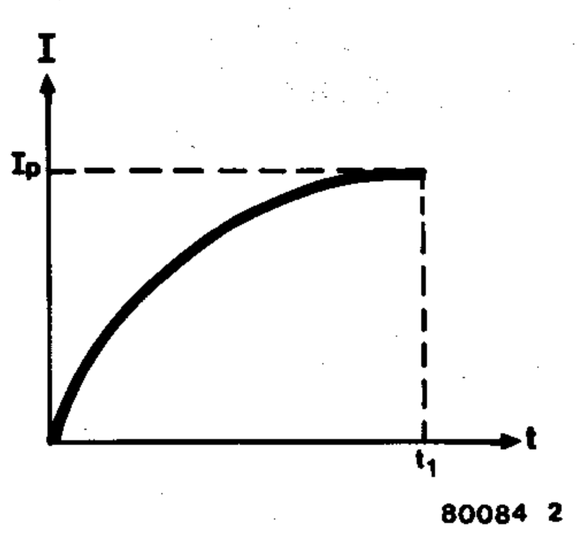



**Figura 2. Como indica la figura, es preciso un cierto tiempo para que la corriente que circula por el primario de la bobina alcance su punto máximo.**

auto-inducción ($L_p$). Esto último obedece a la necesidad de mantener el tiempo de carga (que viene determinado por la relación $L_p/R_p$) a un valor constante. Obviamente estas modificaciones suponen un gasto adicional, por tanto una solución más sencilla y barata sería actuar sobre el segundo de los parámetros: la velocidad de conmutación. Como se dijo, el hecho de reducir el tiempo de Conmutación provoca un aumento de la tensión inducida en el secundrio de la bobina. Esto es totalmente factible sin necesidad de modificar el sistema de encendido del vehículo, puesto que sólo es necesario sustituir el conmutador mecánico (los platinos) por otro electrónico (por ejemplo, un transistor de conmutación). Este sistema no sólo precisa que el transistor utilizado posea una gran velocidad de conmutación sino que, además, es necesario un oscilador maestro «inteligente». Pero más adelante volveremos sobre este tema. Por otra parte una conmutación rápida evita el riesgo de descargas disrruptivas en el distribuidor, ya que este fenómeno únicamente se produce cuando el aire está ionizado (para lo cual se precisa un cierto período de tiempo). Cuanto más rápido se alcance la tensión de cresta (AT), menor será el riesgo de provocar la ionización del aire.

Sin embargo, no son sólo la tensión y energía de la chispa los únicos parámetros que influyen en el encendido; es preciso tener también en cuenta la duración de la descarga. Es sabido que la alta tensión producida en el secundario de la bobina, determina la aparición de la chispa, y que la energía (la corriente) de la chispa determinará la temperatura de la misma, pero es preciso que esta temperatura sea suficientemente elevada como para inflamar la mezcla de gas a presión que se encuentra en el interior de los cilindros. Por tanto, la descarga debe mantenerse un cierto tiempo para garantizar la explosión de la mezcla. Esto es debido a que la mezcla de vapor de gasolina y aire no siempre es homogénea, lo cual dificulta en gran medida el mantenimiento de la chispa (los motores modernos están diseñados para entregar un buen rendimiento, aun con mezclas cuyo contenido en gasolina sea reducido). Para que se produzca la combustión total de la mezcla gaseosa, es preciso que la chispa se mantenga al menos durante un milisegundo. Una duración superior sería un despilfarro de energía.

En un sistema de encendido convencional, si no se corta el encendido y los platinos han quedado cerrados, circula por el primario de la bobina una corriente considerable. Esta situación de anormalidad, puede hacer aumentar la temperatura de la bobina por encima del límite permisible. Por tanto, nuestro sistema de encendido electrónico, debe estar diseñado de forma que ninguna corriente pueda circular por el primario de la bobina (a motor parado) aun cuando la llave de contacto esté cerrada. Más adelante veremos cómo se han resuelto estos problemas en el prototipo de Elektor.

## Esquema sinóptico

Como puede verse en la figura 3, el condensador C conectado en paralelo con los contactos del ruptor permanece también en nuestro encendido electrónico. A pesar de la reducción de la corriente que atraviesa el ruptor cerrado, gracias a la resistencia R, puede producirse una cierta ionización del aire en el momento de la apertura de los platinos. La misión del condensador es pre-

3

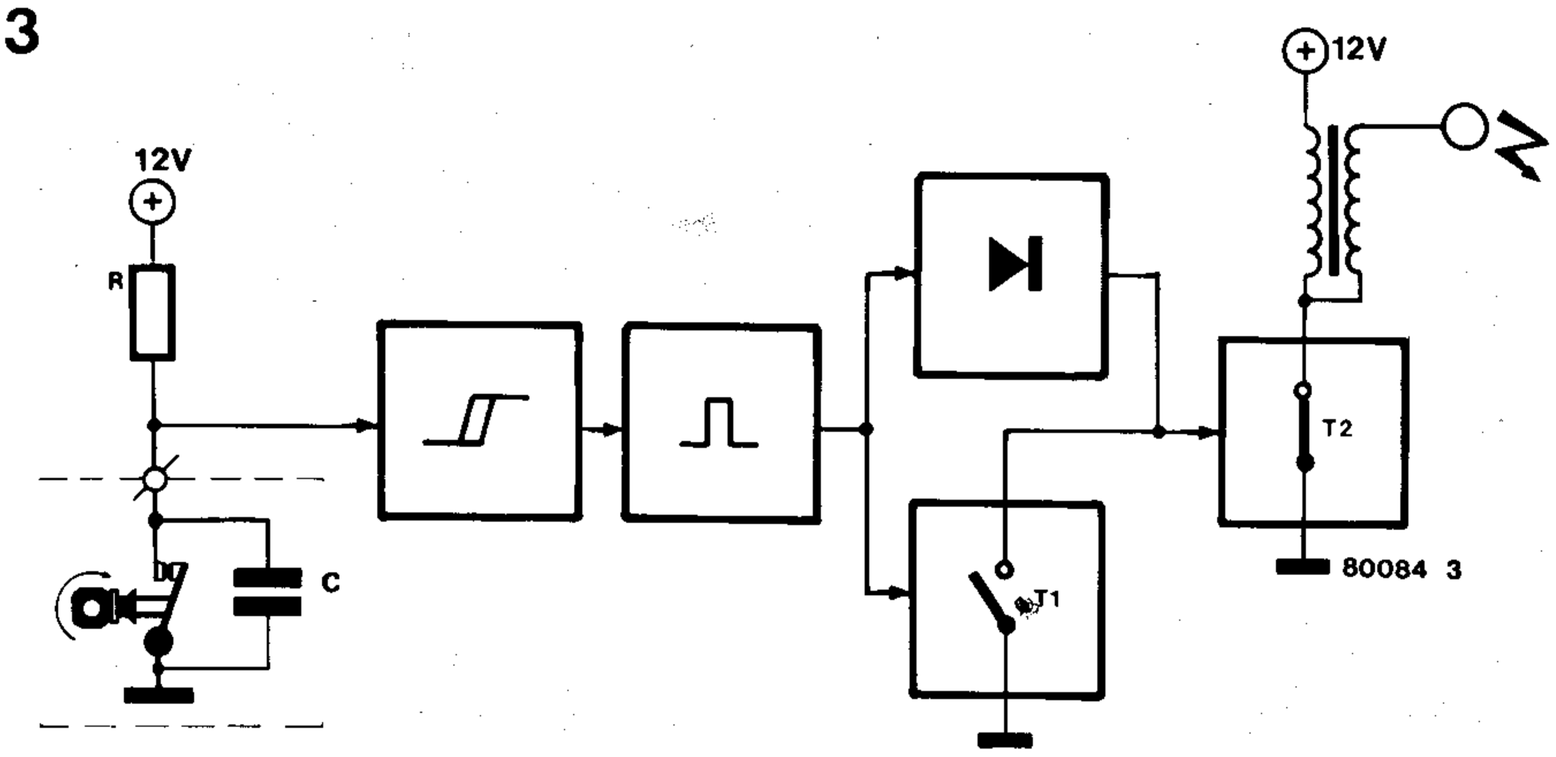



**Figura 3. El encendido electrónico de Elektor se compone de: un disparador Schmitt, un monoestable, un oscilador (T1) y una etapa de salida (T2). La corriente de control para la etapa de salida se obtiene rectificando los impulsos del monoestable. Esto impide que por la bobina pase corriente cuando el motor está apagado.**

cisamente evitar este fenómeno, además de proporcionar una mayor regularidad en el encendido.

La combinación del condensador C y la resistencia R, forman una red RC que provoca un retraso en el tiempo de subida del impulso de disparo, pero este problema se resuelve fácilmente con la ayuda de un «disparador (trigger) Schmitt». Esta medida permite a la vez evitar los falsos encendidos debidos a pequeñas variaciones de tensión en los bornes del ruptor; el disparador (trigger) únicamente producirá el impulso de disparo si los contactos están definitivamente abiertos (o cerrados). A continuación del disparador Schmitt se encuentra un monoestable (no rearmable), cuya misión es la de evitar los encendidos repetitivos durante su pseudo-período, generando un impulso de disparo de duración independiente del ángulo de cierre del ruptor. El pseudo-período del monoestable se ha calculado de modo que para una velocidad máxima de 6.000 rpm. en un motor de cuatro cilindros, todavía quede tiempo suficiente para cargar la bobina y por tanto para producir la alta tensión adecuada.

Los impulsos de salida del monoestable se aplican al oscilador principal y a continuación se rectifican. El oscilador principal provoca, a intervalos regulares, la interrupción de corriente en el primario de la bobina (conectándola a masa). La salida del rectificador alimenta al primario de la bobina a través de la etapa de salida. Esto sólo es posible cuando el trigger genera impulsos; en otras palabras, cuando el motor está en marcha.

## El esquema

Como puede verse en la figura 4 el esquema electrónico de nuestro prototipo, es algo más complejo que los encendidos convencionales. ¿Cómo funciona y cuáles son los problemas técnicos resueltos para cumplir las especificaciones exigidas en un principio? Para responder a estas cuestiones, lo más razonable será comenzar por el principio, es decir, por la parte izquierda del circuito.

La función del ruptor (recuadrado con línea de trazos en la figura 4) es informar al circuito del momento en que se debe generar la chispa (totalmente opuesto a su función primitiva de interruptor de potencia). El valor de la resistencia R1 ha sido calculado para li-

**Lista de componentes**

Resistencias:

- R1 = 47 Ω/5W
- R2 = 82Ω
- R3 = 22 k
- R4 = 39 k
- R5,R7,R11 = 3,3 k
- R6,R12 = 47 k
- R8 = 2,2 k
- R9 = 15 k
- R10 = 6,8 k
- R13,R15 = 100 Ω
- R14,R18 = 220 Ω
- R16 = 1,5 M
- R17 = 470 Ω
- R19 = 1 Ω/2W
- R20 = 8,2 Ω/25 W
- R21,R22 = 0,18 Ω/2W

Condensadores:

- C1 = 100 nF
- C2,C6 = 68 pF
- C3 = 33 pF
- C4 = 470 µF/25 V
- C5 = 47 nF
- C7 = 220 nF
- C8 = 470 nF

Semiconductores:

- D1 . . . D6 = 1N4148
- D7,D8 = 1N5406
- D9 . . . D18 = zener 200V/400mW
- T1,T3 = BC547B
- T2,T4 = BC557B
- T5 = BD131
- T6 = BC516
- T7 = BD242A
- T8,T9 = BU208A

Varios:

Radiador para T8 y T9
Radiador para T5 y T7
Hilo flexible para conexiones de 2,5 mm.²
Caja metálica estanca

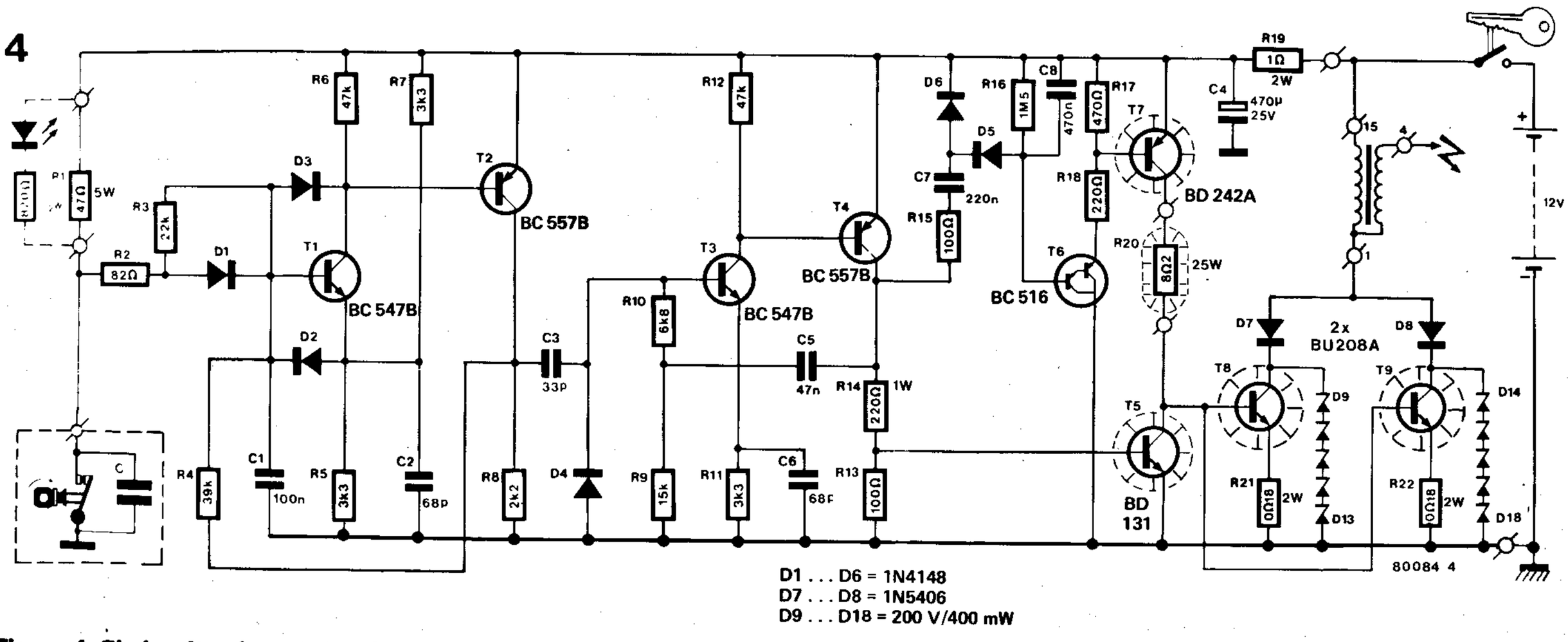



**Figura 4. El circuito electrónico de encendido transistorizado, es algo más complejo que los convencionales de tiristor, ya que responde a todas las especificaciones de un sistema electrónico moderno.**

5

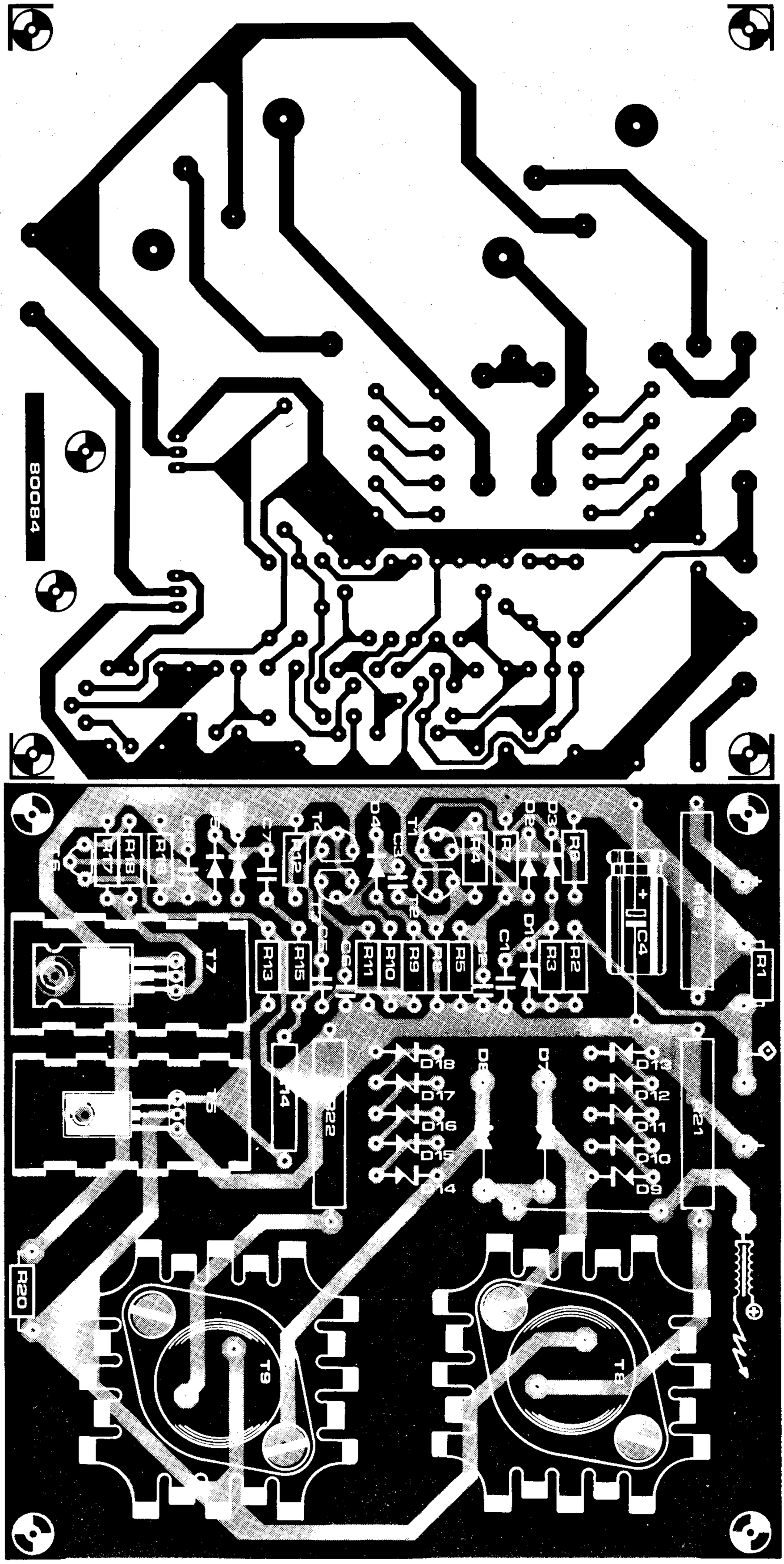



**Figura 5. Circuito impreso y disposición de componentes para el encendido electrónico. Los ocho puntos de conexión quedan perfectamente indicados con ayuda de símbolos.**

6

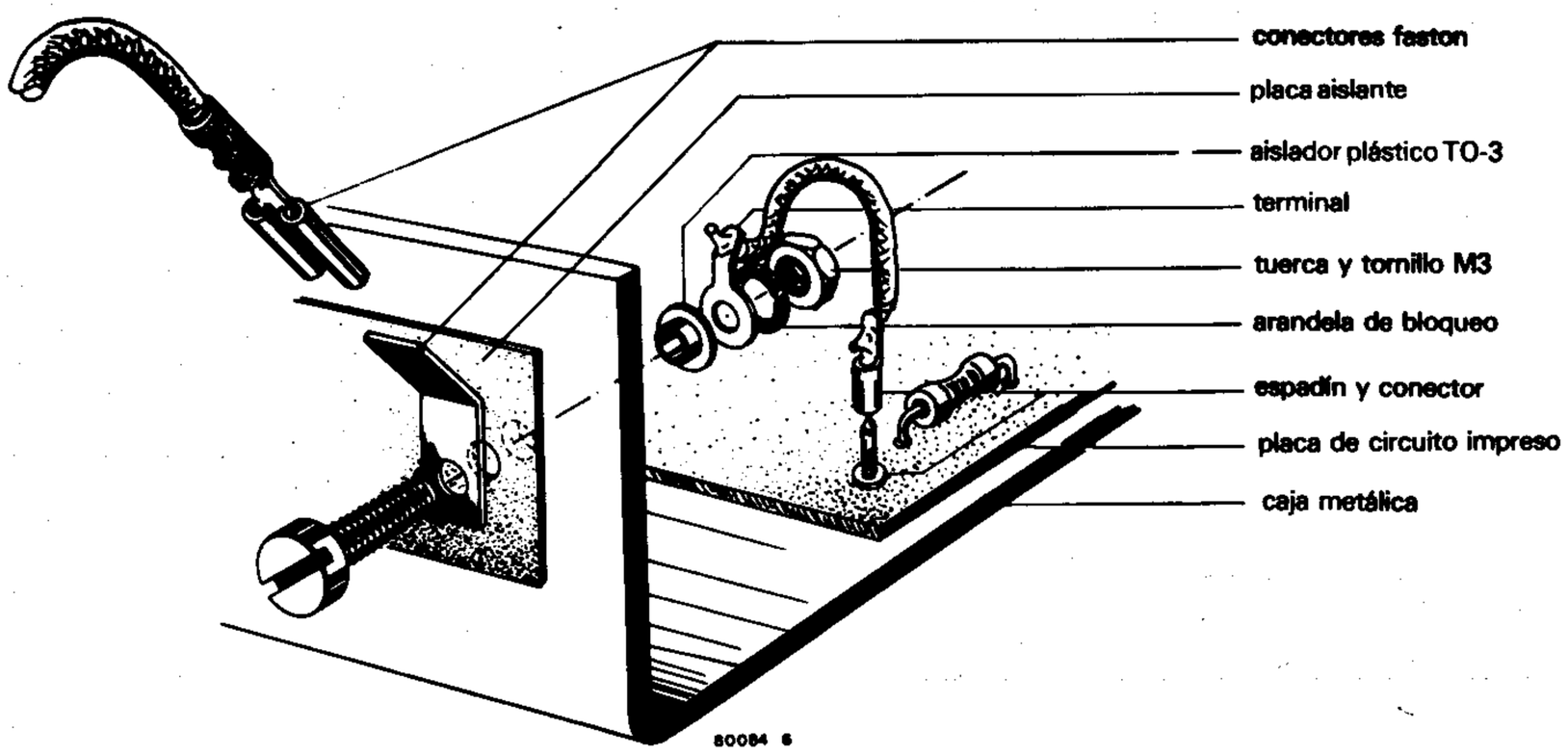
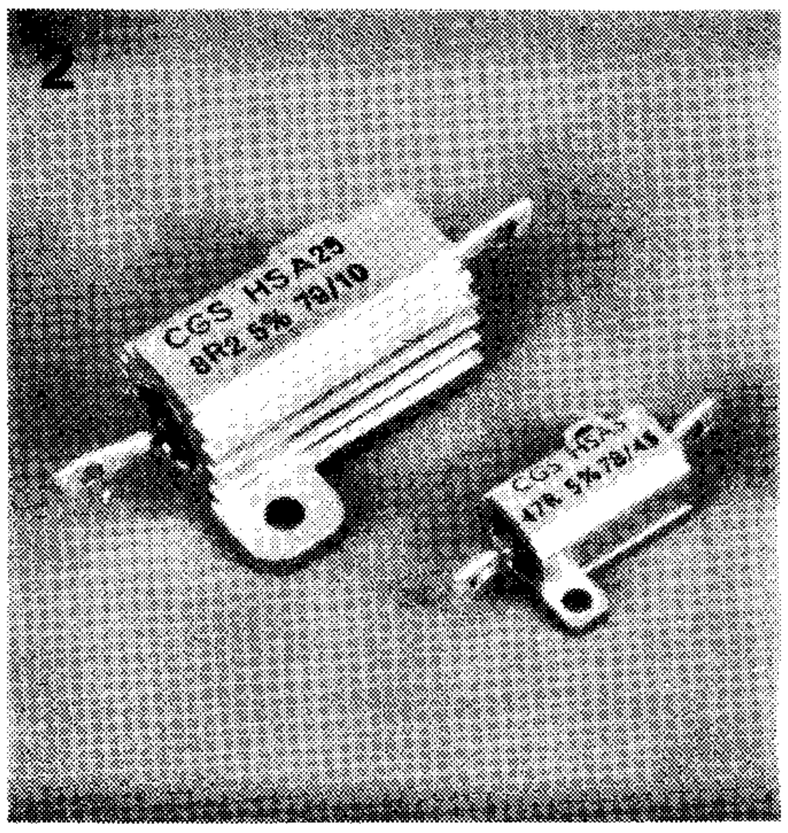



**Figura 6. Este dibujo detallado muestra como montar los conectores (terminales faston) sobre la caja metálica. La placa aislante impide que los terminales hagan contacto con la caja metálica. Se podrán utilizar como arandelas plásticas las empleadas en los transistores de potencia con encapsulado TO-3.**

mitar la corriente que atraviesa el ruptor a 250 mA. Por una parte, este valor limita el desgaste producido por la ionización del aire entre los contactos, y por otra impide que el polvo depositado en la superficie de los contactos forme una capa aislante.
Los impulsos de disparo producidos por los contactos, son acondicionados por el trigger Schmitt (formado por T1 y T2), con lo cual se asegura una cronología de encendido mucho más precisa.
Los niveles de conmutación del disparador Schmitt son 2,2V y 7,4V, con una tensión de batería de 12V. Los impulsos del trigger comienzan por tanto, cuando la tensión en bornas del ruptor alcanza exactamente 7,4V, y terminan cuando la tensión cae por debajo de 2,2V. La diferencia entre estos niveles de conmutación recibe el nombre de *histéresis*. Con este tratamiento de la señal de entrada se evitan los ruidos residuales, que podrían perturbar el funcionamiento del sistema. El disparador está diseñado de modo que reaccione rápidamente ante transitorios positivos (apertura del ruptor), y proporcione una respuesta retardada ante pendientes negativas (cuando se cierra el ruptor). Este resultado se obtiene gracias a la combinación de R2, R3, C1 y D1 (D1 selecciona la constante de tiempo corta y larga). Una constante de tiempo reducida favorece el encendido, mientras que las constantes de mayor duración suprimen el rebote de los contactos.
A continuación del disparador Schmitt se encuentra un monoestable (no rearmable) formado por T3 y T4 que genera un tren de impulsos de período fijo, independiente del ángulo de cierre del ruptor. Inicialmente T3 y T4 permanecen bloqueados hasta que en la base de T3 aparece un impulso positivo en cuyo momento empiezan a conducir. La tensión en el colector de T4 realimenta a la base de T3, a través de C5 y R10. El monoestable queda en conducción hasta que C5 se carga a través de R9. Con los valores escogidos para C5 y R9, el período del monoestable es de aproximadamente 2 milisegundos. Durante este tiempo, la energía

2



**Fotografía 2. Las resistencias R1 y R20 son modelos especiales de potencia provistas de puntos de anclaje para fijarlas correctamente al chasis, con la ayuda de tuercas y tornillos.**

almacenada en la bobina, se convierte enteramente en calor. Los impulsos de salida entregados por el monoestable son rectificados por los diodos D5 y D6, y a través de T6 y T7, se aplican a la base de los transistores T8 y T9 (únicamente cuando el motor está en marcha). Estos transistores se bloquearán tanto más rápido, cuanto antes se eliminen los portadores de carga inyectados en su base. Este fenómeno se produce más eficazmente, cuando la de base se cortocircuita a masa, en lugar de, simplemente, abrir el circuito. Los portadores de carga que quedan aún en movimiento durante el período de bloqueo a causa de la capacidad base-colector, no son capaces de alcanzar la unión del emisor, con lo cual el tiempo de conmutación es mucho más reducido. T5 se encarga de poner a masa la corriente de base. Como se dijo en un principio es necesario que el tiempo de conmutación de la bobina sea lo más corto posible, para así generar una tensión suficientemente elevada. Esto nos obliga a utilizar para T8 y T9 unos tipos de alta velocidad. Para aumentar la fiabilidad del circuito, estos transistores están protegidos contra las sobretensiones mediante diodos zener. Asimismo y ante la posibilidad de que la tensión del primario se haga negativa, lo cual podría traer fatales consecuencias para T8 y T9, se utilizan los diodos D7 y D8 como protección. ¿Por qué utilizar 2 transistores de conmutación? El BU 208A es relativamente barato y cumple todas las especificaciones técnicas requeridas. Pero, desafortunadamente, este transistor soporta a duras penas la corriente que circula por la bobina. Teniendo en cuenta que el encendido es una de las partes vitales del automóvil, vale más no arriesgarse y utilizar dos transistores de conmutación conectados en paralelo.

## Construcción y ajuste

El montaje de los componentes sobre la placa de circuito impreso (Fig. 5) no debe presentar ningún problema. Las resistencias de potencia R1 y R20 habrán de disipar una cantidad de calor importante, razón por la cual deberán ir montadas sobre el chasis del coche. Los transistores T5, T7, T8 y T9 deben montarse en refrigeradores separados. No conviene colocar arandelas aislantes de mica entre el cuerpo del transistor y los refrigeradores, ya que esto disminuiría el coeficiente de transmisión calofífica. La refrigeración de los componentes electrónicos colocados bajo el capot de un vehículo, es ya de por sí un problema, sobre todo en los atascos de los días calurosos. Por lo tanto, se deberán tomar todas las precauciones necesarias respecto a la refrigeración de los transistores de potencia. Es muy aconsejable aplicar entre los transistores y los refrigeradores pasta de silicona termoconductora. Con esta disposición los disipadores están bajo tensión. Conviene por tanto asegurarse de que no hagan contacto con los demás componentes o con la caja metálica. Si alguno de los transistores de potencia (T8 y T9) sufre un desplazamiento sobre el refrigerador podría ocurrir que sus patillas (emisor y base) entraran en contacto con el disipador y por tanto con el colector, lo cual, obviamente, provocaría la detención del motor. Es una buena medida aislar las patillas de los transistores de potencia mediante tubo plástico aislante, además de comprobar que éstos se encuentran sólidamente atornillados al refrigerador.
El circuito del encendido electrónico deberá montarse en una caja metálica a ser posible estanca. Las seis conexiones exteriores se realizarán según el diagrama de la figura 6; si se desea, pueden omitirse los terminales faston y soldar los cables directamente a la placa de circuito impreso (sin embargo, esto es poco aconsejable ya que, caso de tener que desmontar el dispositivo, se hace necesario utilizar un soldador). El cableado deberá hacerse con cable flexible de 2,5 mm.$^2$ como mínimo. A ser posible, el cable de conexión deberá ser resistente a la gasolina (este tipo de cable se encuentra fácilmente en las tiendas de repuestos de automóviles). El montaje de las dos resistencias de potencia R1 y R20 se hará con especial cuidado. Para evitar fallos en las soldaduras de los cables de conexión de las resistencias de po-

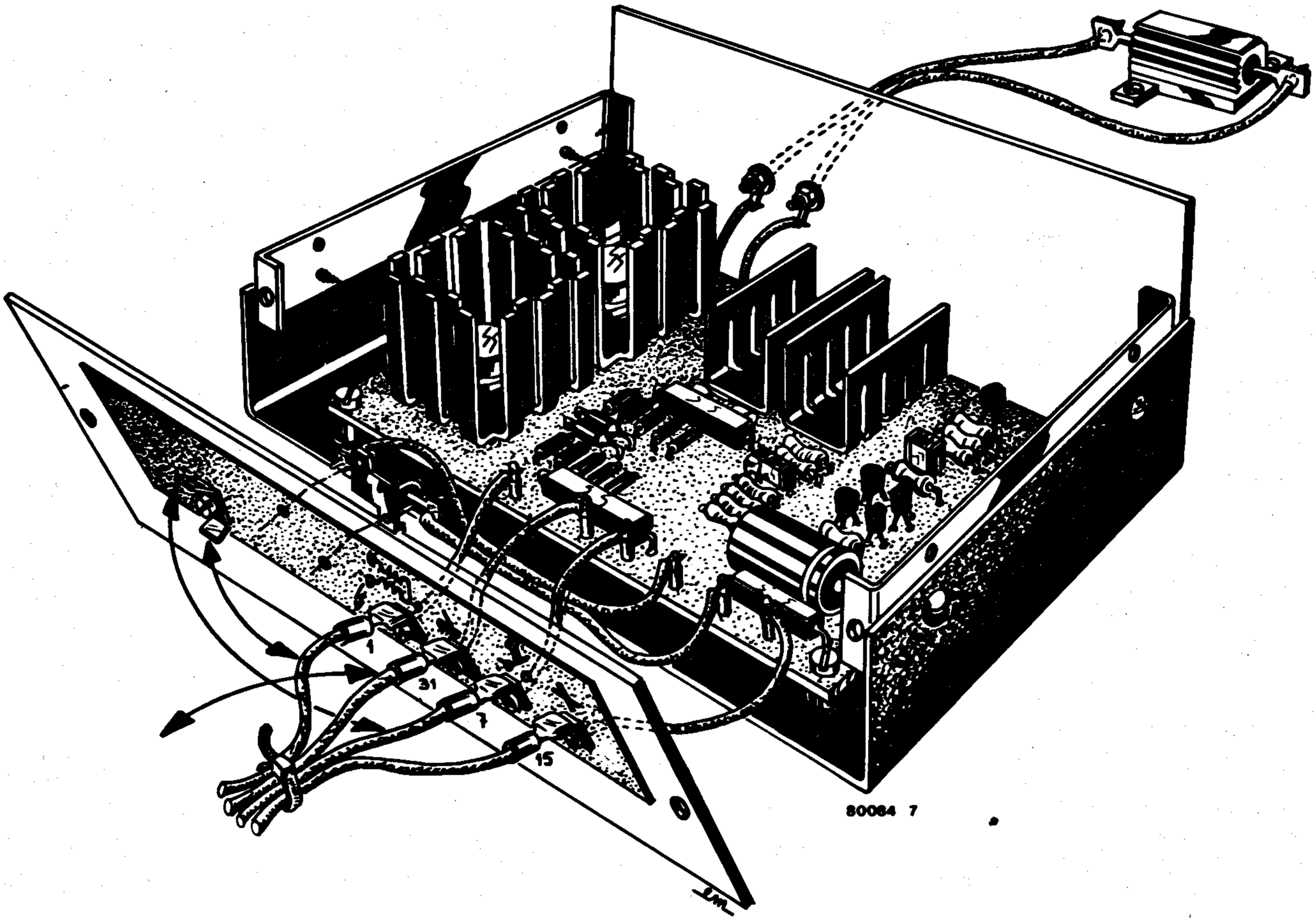



**Figura 7. Este dibujo será de gran ayuda para resolver toda dificultad en la construcción del encendido electrónico. Las flechas muestran cómo cambiar el encendido electrónico al encendido normal, en caso de avería.**

tencia será necesario introducirlos por los orificios que poseen éstas en sus terminales (por supuesto también habrá que soldarlos). Las resistencias de potencia son de un modelo especial (ver fotografía 2), que incluye los sistemas de anclaje para su correcta colocación. El dibujo de la figura 7 muestra claramente las conexiones externas.

Es aconsejable disponer un sistema para que en caso de avería del circuito electrónico, pueda volver a utilizarse el sistema de encendido convencional. Para este propósito se ha previsto un terminal de conexión doble, de forma que si se conectan a ese terminal los cables del ruptor y de la bobina entra en funcionamiento el encendido convencional del vehículo. Sin embargo sería también recomendable interrumpir la alimentación de circuito electrónico a la vez que se pasa al encendido convencional. Las flechas dibujadas sobre la figura 7 indican las modificaciones necesarias para pasar de un tipo de encendido a otro. Naturalmente, una segunda solución sería montar dos interruptores en lugar del sistema de terminales. El primero de ellos (de dos circuitos) serviría para desconectar los cables que van al ruptor y a la bobina, mientras que el segundo interruptor (de un solo circuito) interrumpiría la alimentación positiva del circuito electrónico. Esta solución presenta una ventaja suplementaria: el segundo interruptor puede utilizarse también como anti-robo. Si el sistema está conectado en la posición «encendido electrónico», y el segundo interruptor está abierto, el coche no arrancará. Como ya se ha dicho anteriormente, el condensador colocado en bornas del ruptor se conserva en el encendido electrónico, sin embargo su valor debe ser de 0,1 $\mu$ F. La cronología de encendido quedará igual y la separación de los contactos del ruptor será la indicada por el fabricante, aunque ahora no es tan crítica.

Para facilitar el ajuste del orden de encendido, se colocará en bornas de R1 un LED en serie con una resistencia de 820 $\Omega$/0,5W (representado con línea de trazos en la figura 4). Téngase en cuenta que el diodo posee una polaridad bien definida. El LED se encenderá cuando se cierren los contactos del ruptor (contrariamente a lo que sucedería si conectamos una bombilla en paralelo con dichos contactos). Obviamente, un ajuste mediante estroboscopio, es siempre preferible. Las conexiones externas que van hacia la bobina y distribuidor están numeradas en las figura 1a y 7. Una vez terminada la construcción, montado el dispositivo en el vehículo y comprobado su buen funcionamiento, todavía queda por hacer una operación que puede parecer algo desconcertante: desmonte el sistema, y llévelo nuevamente a su laboratorio (¡no se alarme, hay una buena razón para ello!). Como ya habíamos dicho, el interior del capot es un medio extremadamente hostil para un circuito electrónico, por lo tanto será necesario tomar las medidas de protección necesarias si se desea una buena fiabilidad del circuito. Para ello se desmontará la placa del circuito con el fin de darle dos o tres capas de barniz plástico transparente. Esto evitará que la humedad modifique las propiedades del mismo. A continuación, cuando esté seca, se montará nuevamente la placa en la caja, se comprobarán todos los tornillos y si todo está correcto, se instalará en su lugar (bajo el capot). Lógicamente el circuito ha de funcionar perfectamente.

Esta última etapa puede parecer un trabajo superfluo, pero la experiencia nos dice lo contrario. Según la ley de Murphy, si un encendido ha de estropearse, lo hará siempre en el momento más inoportuno, es decir un sábado por la noche a varios kilómetros de la población más próxima y durante la peor tormenta de los últimos diez años.

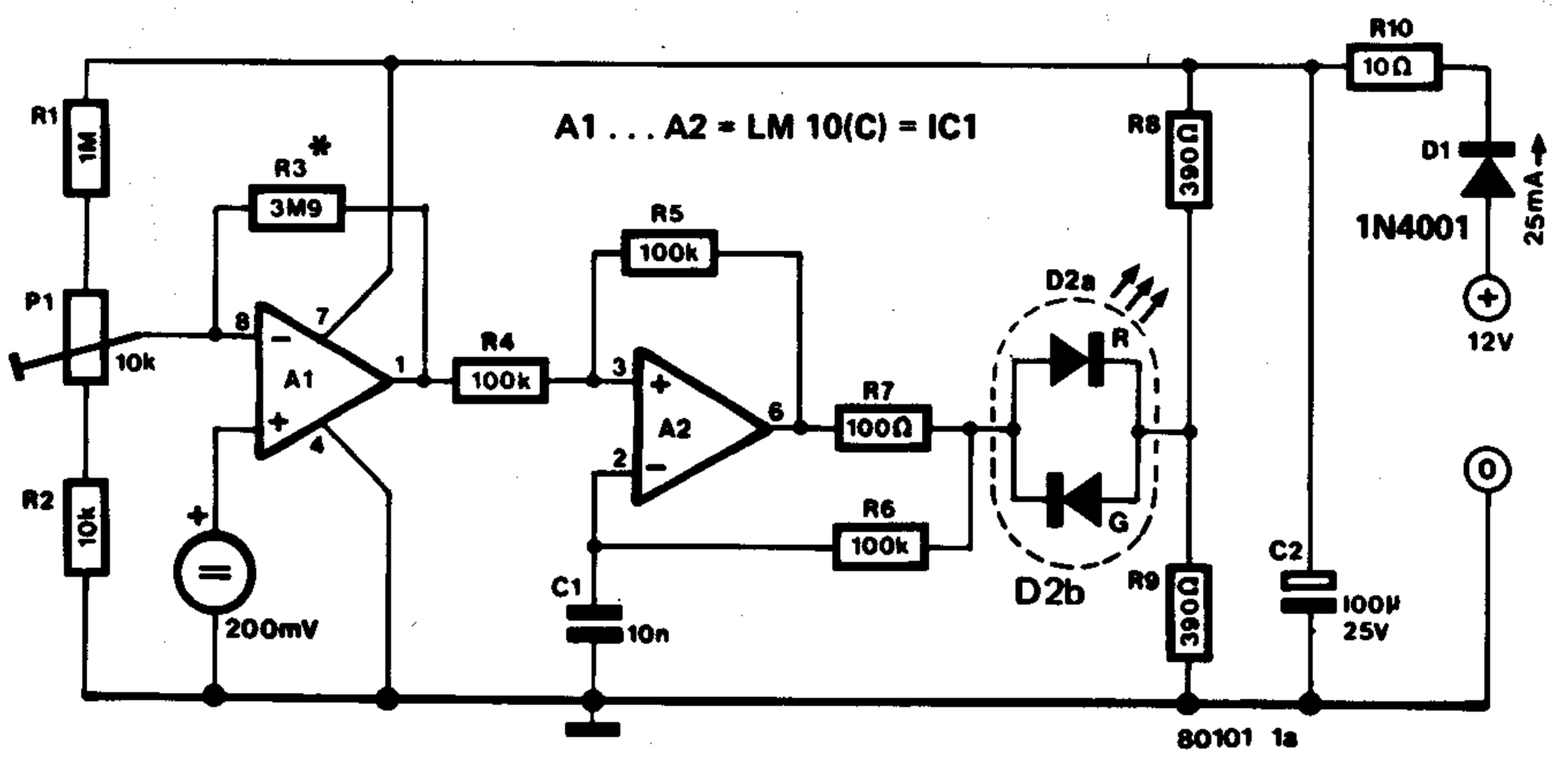
Algunos coches llevan una resistencia en serie con el primario de la bobina; esta resistencia queda cortocircuitada durante el arranque. Si se monta el encendido electrónico en un vehículo de este tipo no se deberá quitar esta resistencia, so pena de someter a la bobina a un excesivo calentamiento. A parte de la conexión n.° 1 que va hacia la bobina y que en este caso debe estar colocada al otro extremo de la resistencia, las demás conexiones quedan iguales. De esta forma no se aliminará el sistema que cortocircuita la resistencia durante el arranque. Si el vehículo está provisto de cuenta-revoluciones, este último deberá conectarse a la bobina (conexión n.° 1) cuando se utilice el sistema de encendido electrónico...

# indicador de tensión para la batería

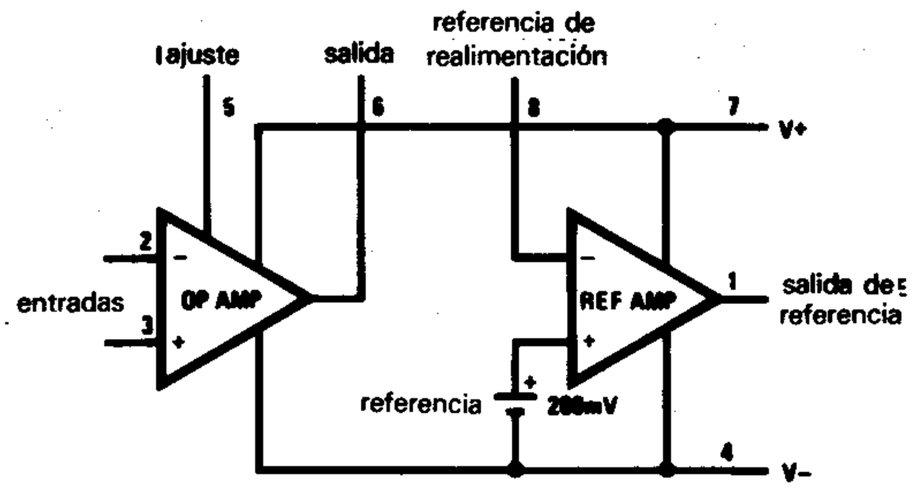
**Muchos de nuestros lectores sabrán lo desagradable que resulta encontrarse con la batería descargada. Generalmente, esto se produce cuando se deja el vehículo con las luces encendidas, sin embargo no es ésta la única causa, también puede ser el resultado de una defectuosa instalación eléctrica, que impida a la batería recargarse completamente.**
**La utilidad de un sistema que permita detectar instantáneamente el fallo de la batería está fuera de toda duda. El circuito que se describe en este artículo realiza perfectamente esta función con tan sólo algunos componentes. La indicación es de tipo óptico.**

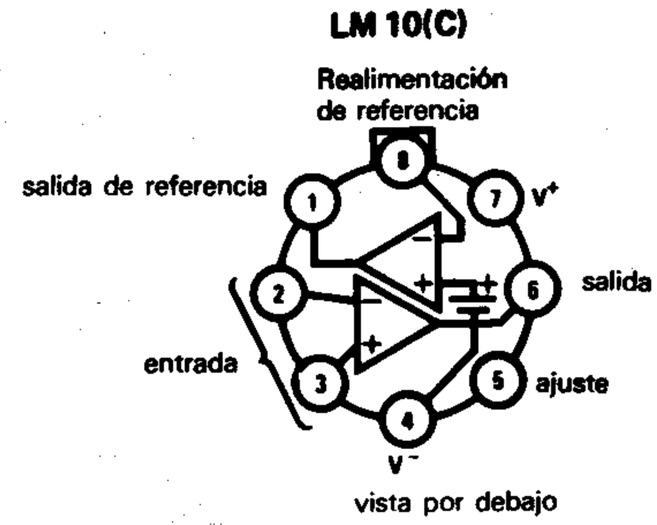
El circuito mostrado en la figura 1, utiliza como indicador un diodo electronuminiscente (LED) bicolor. Cuando la tensión de la batería desciende a un cierto nivel (12V por ejemplo), el LED rojo se ilumina, indicando que la carga de la batería es suficiente. El color del diodo va pasando gradualmente de rojo a verde, a medida que aumenta la tensión de la batería.
El corazón del circuito es un LM 10(C) de la firma National. Este circuito integrado comprende una fuente de tensión de 200mV (tensión de referencia), conectada interiormente a la entrada no inversora de A1. El circuito formado por A1 y sus componentes asociados trabaja como amplificador diferencial; su ganancia depende del valor de R3. El umbral de tensión superior viene de-

**1**




• ver texto




80101 1b

**Figura 1. Circuito indicador del estado de la batería. Los amplificadores operacionales A1 y A2, así como la fuente de tensión (referencia) de 200mV, están contenidos en un solo integrado: el LM 10C.**

terminado por P1. Una tensión de 14V en este punto (bornes de C2) es perfectamente normal. Cuando el voltaje de la batería iguala o supera esta tensión, la salida de A1 toma el valor 0V. A medida que disminuye la tensión de la batería, la salida de A1 aumenta hasta alcanzar el valor de la tensión de alimentación. R3 determina la gama de variación de tensión a la salida de A1, entre 0 y + V de alimentación. Con el valor escogido para R3, la salida de A1 será igual a la tensión de alimentación cuando la tensión de la batería caiga aproximadamente 2V (es decir, cuando el voltaje de ésta alcance los 12V).
Si la tensión en bornes de la batería oscila entre 12 y 14 voltios, la salida de A1 tomará el valor correspondiente entre +V de alimentación y 0V. A1 controla el oscilador formado en torno a A2. La salida de A1 varía la amplitud del ciclo de la onda cuadrada generada por A2. En los límites prefijados (12V y 14V) para el control de la batería, la salida de A1 variará igualmente entre 12 y 0V. Cuando esto suceda (salida de A1 igual a 0V ó 12V) el oscilador se detendrá, y el LED tomará un solo color, rojo o verde, dependiendo del estado de la batería.
La figura 2, muestra la curva de variación de tensión, en función de su carga. Cuando el motor del coche está en funcionamiento, la batería se carga conforme a la curva A. El diodo verde se enciende cuando la batería alcanza una carga mayor o igual que 70 por 100 de su capacidad total. Lo que ocurre durante el período de descarga, queda evidenciado en el gráfico de la figura 2 (es decir, para una carga inferior al 70 por 100 se enciende el diodo rojo).
Una vez montada la placa, no habrá dificultades para fijarla tras el panel de mandos. Para reducir el precio del montaje, se podrán utilizar dos LEDs normales, en lugar de uno bicolor (bastante más caro). ■

2

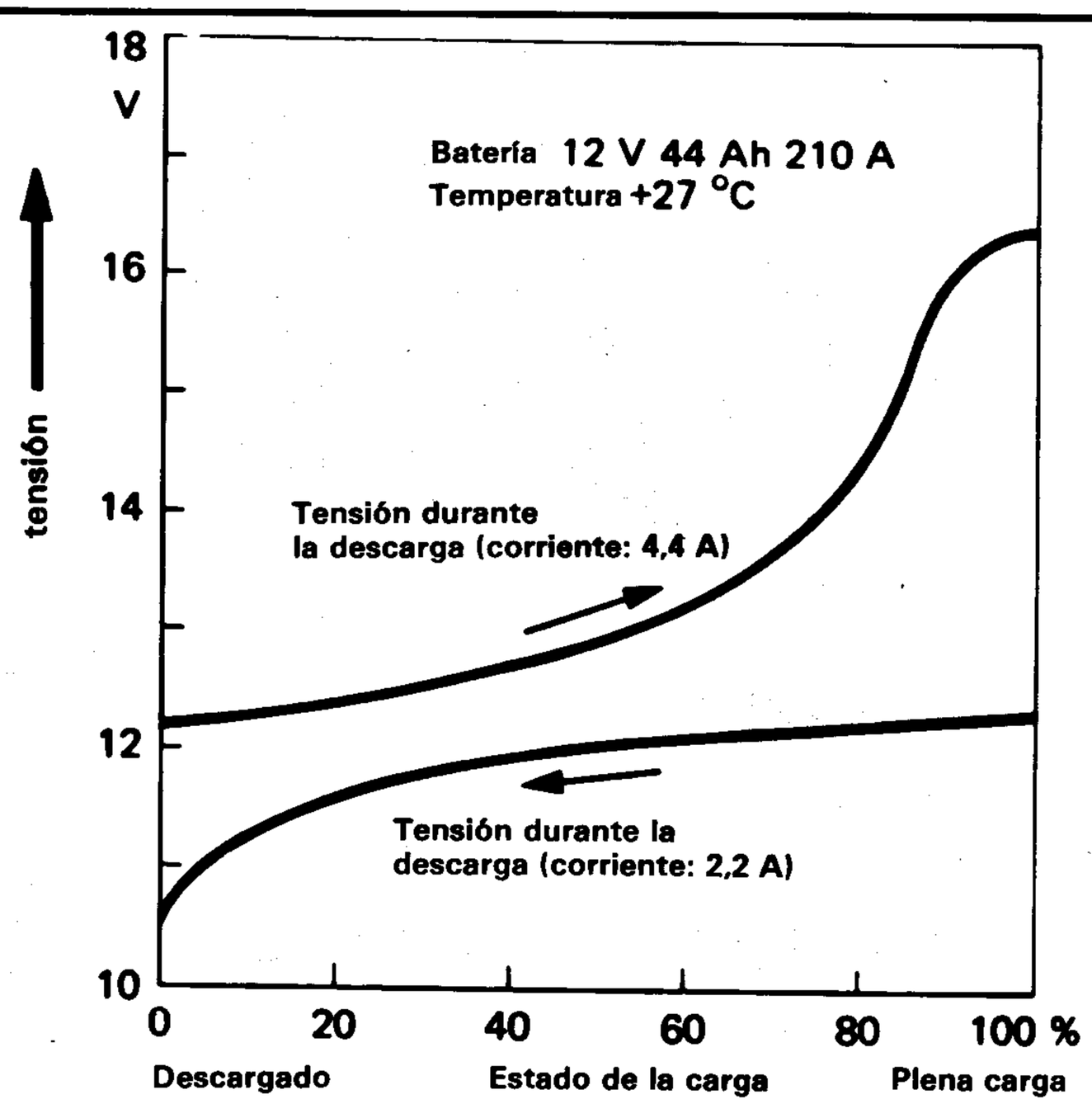
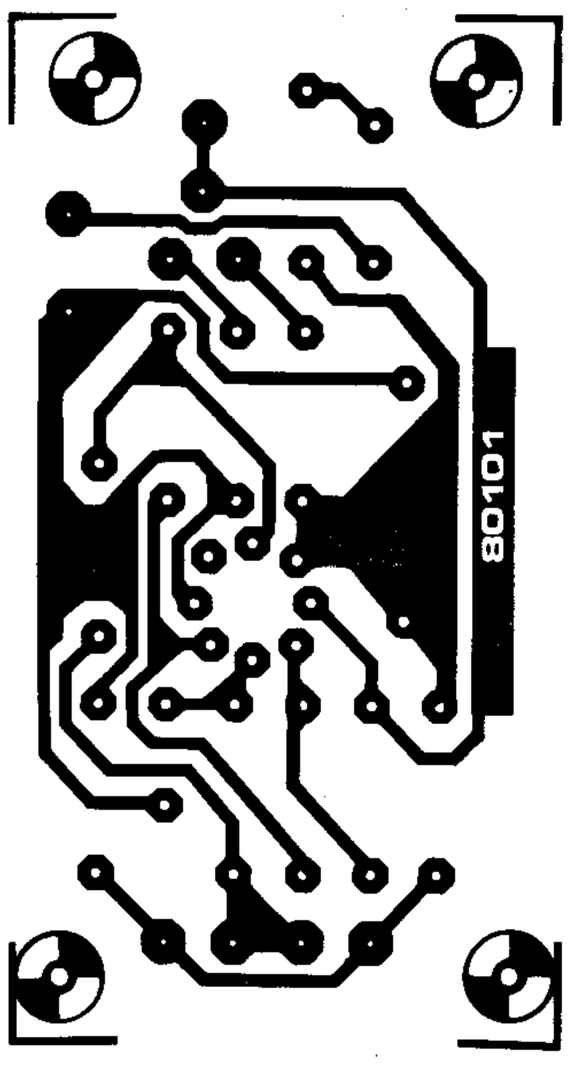



**Figura 2. Tensión en bornes de una batería, en función de su carga. La curva «A» corresponde al período de carga y la curva «B» al de descarga.**

3



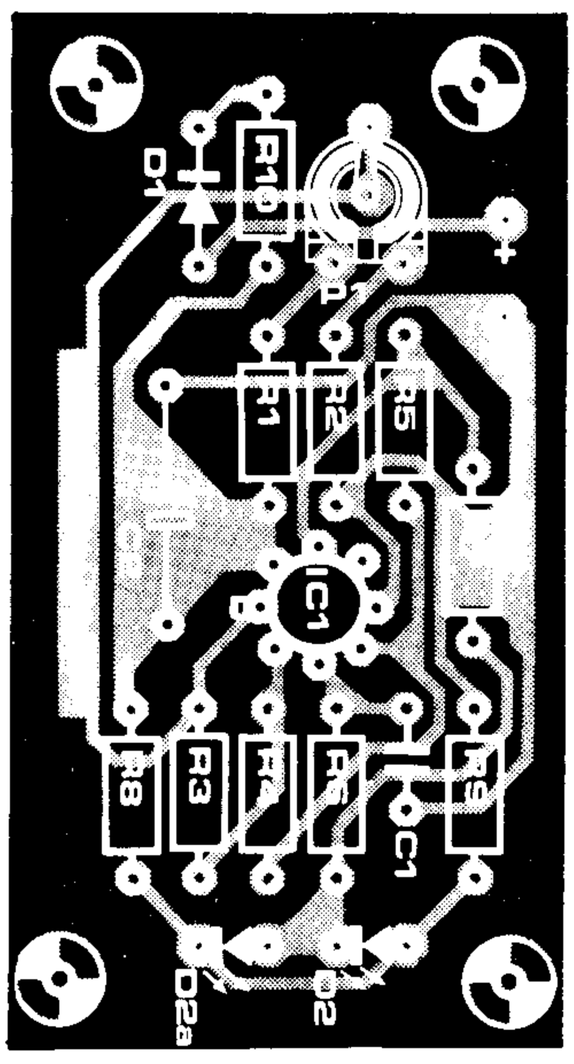




**Figura 3. Placa de circuito impreso y disposición de componentes.**

**Lista de componentes**

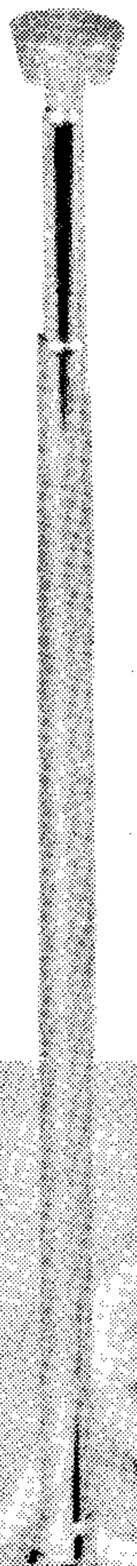
**Resistencias:**
R1 = 1 M
R2 = 10 k
R3 = 3M9
R4,R5,R6 = 100 k
R7 = 100 Ω
R8,R9 = 390 Ω
R10 = 10 Ω
P1 = 10 k ajustable

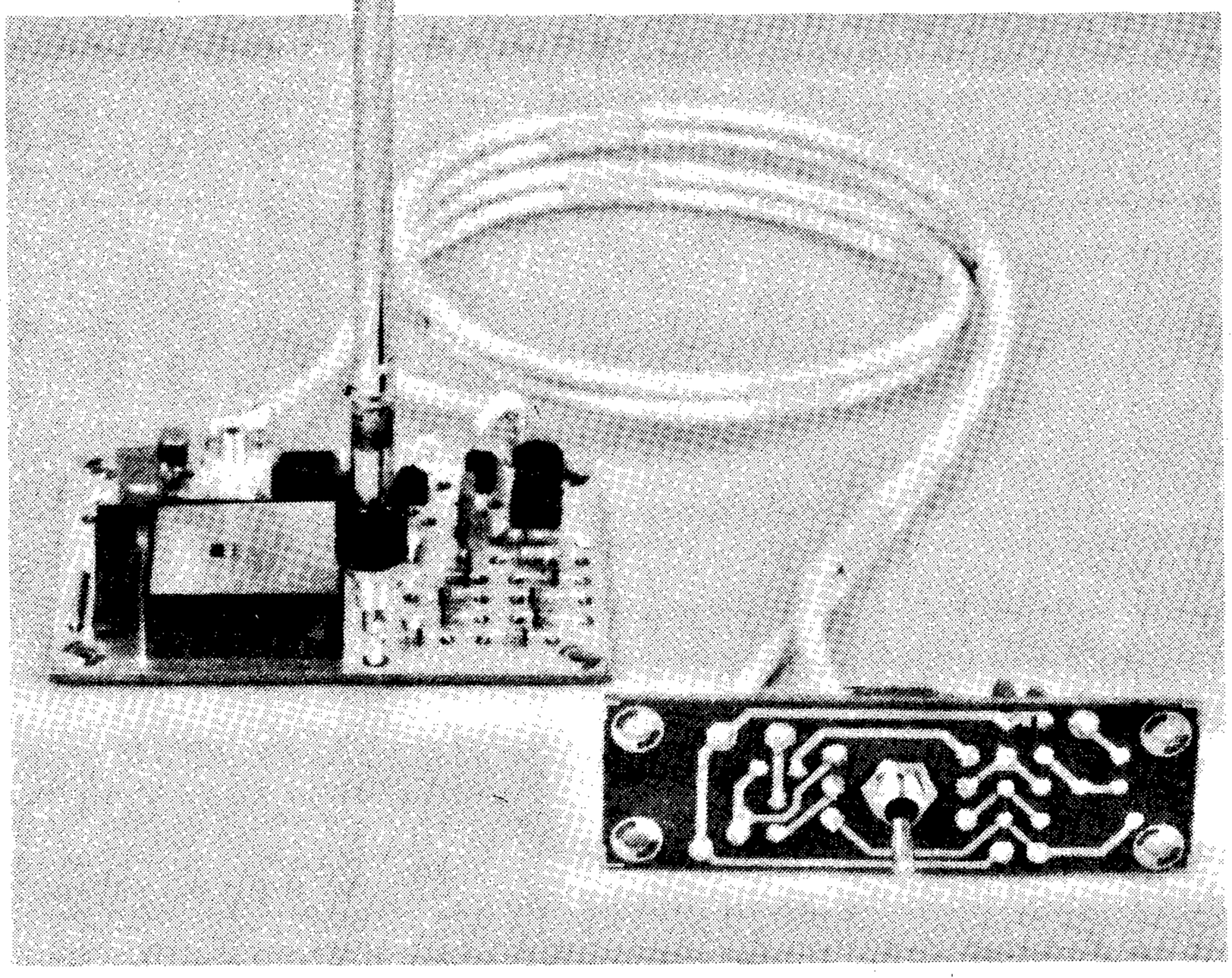
**Condensadores**
C1 = 10 n
C2 = 100 µ/25 V

**Semiconductores**
A1,A2 = LM 10(C)
D1 = 1N4001
D2 = diodo LED bicolor
(o dos normales)

# amplificador de antena para coche

## mejor recepción con menos ruido





**Generalmente los amplificadores de antena instalados en los coches son modelos comerciales de banda ancha, que no son demasiado útiles para la recepción en VHF-FM. Este número especial del automóvil, nos ha parecido el lugar ideal para exponer nuestras opiniones sobre esta cuestión, presentando un circuito conmutable de AM y FM, que mejora notablemente las características de cualquier receptor en toda la banda, como debe hacer cualquier amplificador de antena que se precie.**

¿Son necesarios los amplificadores de antena?, esta es siempre una difícil cuestión (ver ELEKTOR n.° 6, septiembre/octubre, 1980). A menudo nos surge la duda sobre si el aumento de calidad en la recepción, justificará el gasto. Un mal receptor en una zona de poca señal representa prácticamente un caso desesperado; ¡los amplificadores de antena no obran milagros! Al contrario, si la recepción es ya buena, no sirve de nada intentar mejorar las condiciones de recepción.

Los amplificadores de antena están destinados a los casos «normales», situados entre estos dos extremos, es decir en receptores que trabajan normalmente, pero que reciben con dificultad algunas emisoras. Las señales situadas en el límite de lo aceptable pueden ser amplificadas (y por tanto mejorada la calidad de recepción) de forma satisfactoria.

Todo lo dicho es válido para la recepción tanto en AM como en FM. Sin embargo hay una diferencia entre ambas, los emisores de VHF-FM tienen una «zona de cobertura» bastante reducida, e intentar captarlos en el interior de un vehículo con una antena normal no facilita las cosas. La zona de cobertura varía entre 40 y 100 kms., dependiendo de varios factores: potencia y frecuencia de emisión, zona de recepción, y sensibilidad del receptor. Esto quiere decir que existen muchas probabilidades de que los receptores estén situados fuera de la zona de buena recepción. Por el contrario, los emisores de AM (en particular los de onda larga y onda corta) tienen un alcance mucho mayor. Como habrá podido comprobar en más de una ocasión, no es necesario un amplificador de antena para recibir las emisoras locales, si bien las cosas no son tan fáciles cuando a bordo de un vehículo intentamos escuchar la BBC de Londres. En este caso los amplificadores de antena representan una inversión perfectamente justificable.

Una vez decididos a instalar un amplificador de antena en nuestro equipo, queda

aún por decidir qué tipo conviene más. Para ser honestos, la mayoría de los amplificadores comerciales para coche no merecen nuestra atención. A menudo su circuito consta de un FET montado en drenador común y un amplificador de banda ancha. La idea es cubrir directamente la totalidad de la banda que un receptor comercial puede sintonizar. Obviamente, esta sería la mejor solución si no fuera por los graves inconvenientes que conlleva. Sólo se puede mejorar la recepción en onda corta y onda larga a expensas de empobrecer la calidad de recepción en FM. En última instancia podría instalarse un interruptor para cortocircuitar el amplificador de AM mientras se escucha la banda de FM. Pero si hay que instalar un interruptor ¿no será mejor hacer el trabajo bien y utilizar un segundo amplificador para la banda FM?

Al estudiar el diseño de un amplificador de antena para coche, hemos llegado a la conclusión de que es preferible colocar un interruptor para separar los circuitos, que sacrificar la calidad de la recepción. Todos nuestros esfuerzos nos han llevado al diseño de dos buenos amplificadores; el primero de ellos para onda corta y onda larga y el segundo para VHF-FM.

1

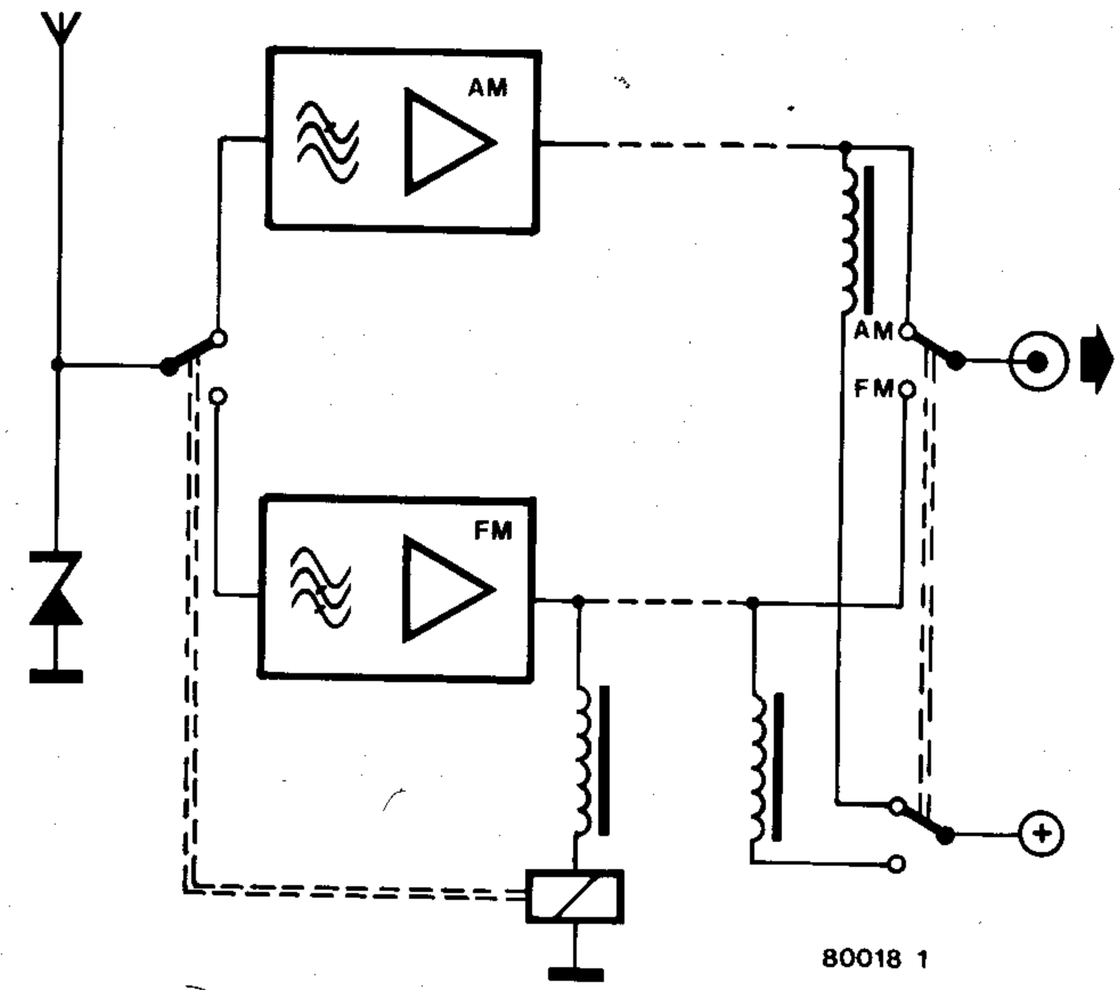
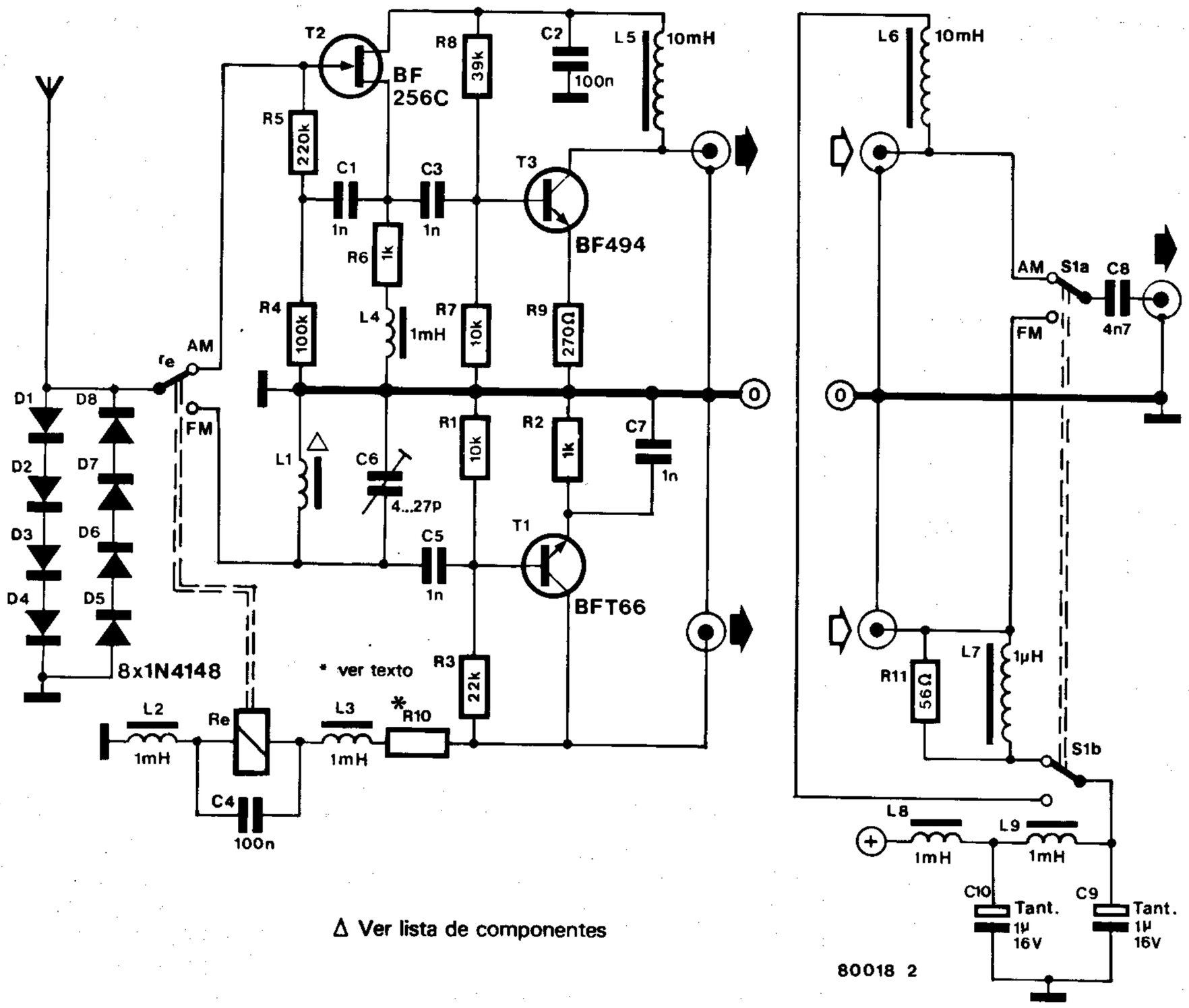



**Figura 1. Esquema sinóptico del amplificador de antena para oche. El amplificador se compone de dos secciones: una para AM (Onda Larga, Onda Media y Onda Corta), y otra para VHF-FM.**

2




Δ Ver lista de componentes

**Figura 2. Esquema completo del circuito. La parte amplificadora se encuentra situada a la izquierda del circuito (AM en la parte superior y FM en la inferior); la sección derecha contiene el filtro de alimentación y el circuito conmutador.**

3

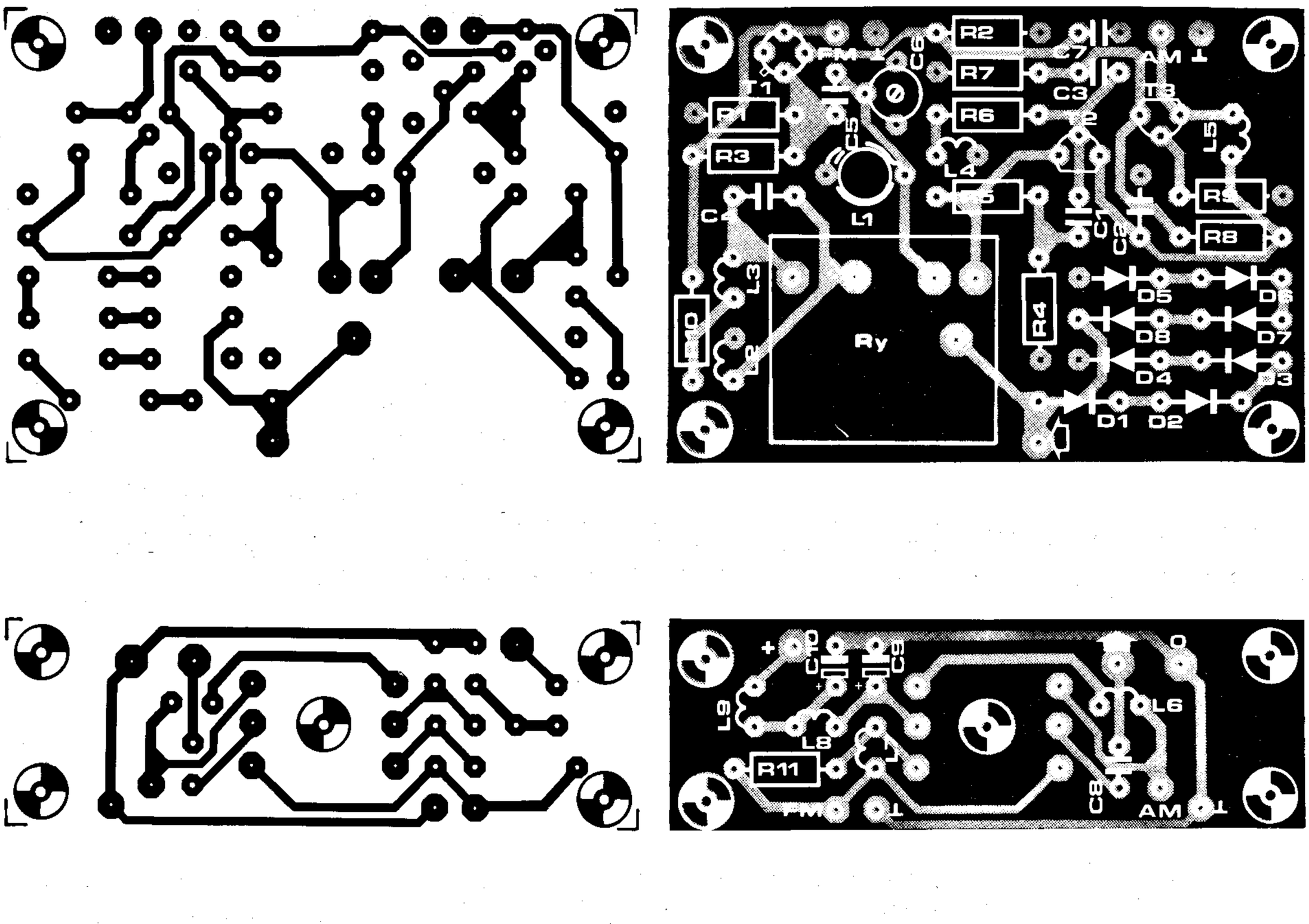



**Figura 3. Placas de circuito impreso y disposición de componentes; (a) para la sección amplificadora, (b) para la sección de filtros e inversor. La placa (b) deberá montarse cerca del aparato de radio, de forma que el interruptor sea accesible. La placa (a) se montará lo más cerca posible de la antena.**

## Esquema sinóptico

¿Es realmente necesario que exista una conmutación entre los dos amplificadores? Seguramente sería posible intercalar filtros que separaran las bajas frecuencias (AM) de las altas (VHF-FM), para, a continuación, introducir cada una en su correspondiente amplificador y finalmente, después de mezclarlas nuevamente, enviarlas al receptor. Ciertamente, es una posibilidad, sin embargo no es la mejor. La causa está en la antena del vehículo que para AM resulta relativamente corta, con lo cual las señales captadas son de baja amplitud (débiles). Para tener una buena recepción, sería preciso que la impedancia de entrada del amplificador fuese lo más alta posible. Pero aquí chocamos con las dificultades debidas a capacidades parásitas de entrada (cuanto mayor es esta capacidad, peores son las condiciones de recepción) y por otra parte, conectar a la misma entrada un amplificador de FM completo es crearse problemas inútilmente aun con el mejor de los filtros. Por esta razón hemos optado por el interruptor.

En la figura 1 se muestra el cuadro sinóptico del sistema completo. Puede sorprender el hecho de que la entrada se conmute mediante un relé, pero hay una buena razón para ello. Un amplificador de antena debe estar montado lo más cerca posible del elemento captador, es decir la antena. Después de todo, la idea base consiste en amplificar las señales bajas, y conviene no empeorar las cosas haciendo pasar las señales por un cable que las debilitaran aún más.

Este tipo de cosas, obviamente, no mejoran la relación señal ruido de salida. Ahora bien, si montamos el amplificador cerca de la antena, ¿dónde instalar el conmutador de entrada? Evidentemente queda excluida la instalación de largos cables hasta el tablero de mandos ya que esto sería aún peor que colocar en dicho tablero el amplificador. La única solución es combinar un interruptor situado en el tablero con un relé situado cerca de la antena. Este relé está montado de forma que sus contactos se cierran cuando se aplica la tensión de alimentación al amplificador de VHF-FM.

Mediante un doble conmutador de dos posiciones se puede seleccionar cualquiera de los amplificadores. El primer circuito selecciona la salida del amplificador correspondiente y la envía a la entrada «antena» del autorradio. El segundo circuito conmuta la alimentación del amplificador escogido, y del relé en el caso FM. Para evitar complicar el cableado más de lo necesario se utilizará un mismo cable para alimentar el circuito y recoger la señal de salida. Esto significa que van dos cables coaxiales desde los amplificadores hasta el interruptor situado cerca del auto-radio. En cada extremo de los cables, una inductancia permite aislar la señal de alta frecuencia y la alimentación, ya que la inductancia presenta una alta impedancia a las señales de alta frecuencia, mientras que su resistencia es prácticamente cero para la tensión de alimentación. En el diagrama sinóptico se han representado los cables coaxiales con línea de trazo.

Queda un último detalle por discutir en este diagrama: la presencia de un diodo zener entre el terminal de antena y masa. Este diodo obviamente no está destinado a regular la tensión de alimentación; su misión es proteger la etapa de entrada del amplificador contra las sobretensiones, ya que es bastante frecuente que sobre la antena se produzcan altos potenciales debidos a las cargas electrostáticas o por presencia de rayos. En realidad como veremos a continuación el símbolo del diodo zener no es totalmente apropiado, puesto que, en este caso se recortan las crestas positivas y negativas a 2,5V.

## El esquema

En la figura 2 se muestra el esquema completo de la antena activa para automóvil. El circuito de protección de entrada (el «diodo zener» del esquema sinóptico) se compone de ocho diodos, divididos en dos grupos de cuatro cada uno de los cuales recorta la señal de entrada a + ó —2,5V. Pa-

**Lista de componentes**

Resistencias:
R1,R7 = 10 k
R2,R6 = 1k
R3 = 22k
R4 = 100 k
R5 = 220 k
R8 = 39 k
R9 = 270 Ω
R10 = ver texto
R11 = 56 Ω

Condensadores:
C1,C3,C5,C7 = 1n
C2,C4 = 100 n
C6 = 4 . . . 27p
C8 = 4n7
C9,C10 = 1 μ (tántalo)

Semiconductores:
D1 . . . D8 = 1N4148
T1 = BFT66
T2 = BF256C
T3 = BF494

Bobinas
L1 = 3,5 vueltos sobre un mandril Toko S18
L2,L3,L4,L8,L9 = 1 mH
L5,L6 = 10 mH
L7 = 1 μH

Varios:
Re = Relé inversor de 12V
S1 = Doble inversor

ra esta aplicación, un diodo zener «normal» no funcionaría correctamente ya que como mínimo habría que conectar dos diodos en serie y opuestos, pero aún así, la carga capacitiva introducida en el circuito de antena sería superior a la de los cuatro diodos.
En la parte superior del circuito, se encuentra el amplificador de AM. Como dijimos anteriormente, este amplificador debe poseer una elevada impedancia de entrada, y por esta razón como la primera etapa se utiliza un FET montado en drenador común (T2); a continuación figura una etapa amplificadora con un solo transistor (T3), cuya ganancia viene determinada por la resistencia R9. La banda pasante de este amplificador, es tal que se alcanzan mejoras sensibles en la relación señal/ruido hasta frecuencias de 18Mhz. Como la mayoría de los receptores no llegan más allá de los 6Mhz (incluso en la gama de ondas cortas), esta banda pasante es más que suficiente para los objetivos propuestos. El amplificador de VHF-FM, representado en la mitad inferior del esquema, es de una concepción asombrosamente simple. Se utiliza un transistor de bajo ruido (un BFT 66) perfectamente adaptado a este género de aplicaciones. Para las señales de FM, la antena suele ser de un cuarto de la longitud de onda. La entrada de antena se sintoniza mediante un circuito resonante compuesto por L1 y C6. Este último se ajusta sintonizando una emisora hacia el centro de la banda y variando C6 hasta obtener el ruido mínimo. La resistencia R10, se sustituirá por un cortocircuito, en caso de utilizar un relé de 12V.
L8, L9 y C10 constituyen el filtro de alimentación para el circuito. En particular para eliminar las molestas interferencias generadas por el circuito de encendido de los coches.

## Construcción

En la figura 3 se muestran los dibujos de los dos circuitos impresos y la distribución de componentes. El primer circuito (el más grande) debe montarse lo más cerca posible de la antena ya que contiene los dos amplificadores y el relé de antena. El segundo circuito incluye el interruptor y los componentes del filtro; se podrá colocar cerca del autorradio. Las dos placas de circuito impreso, se conectan mediante dos cables coaxiales. La alimentación del amplificador se conectará al circuito más pequeño, ya que está situado cerca del auto-radio, es lógico que se obtenga de éste el cablé positivo de alimentación. De este modo se alimentan el amplificador de antena y el autoradio a través del mismo fusible. Esta solución ofrece además otra ventaja, no es necesario que el amplificador, se conecta simultáneamente con la radio. Para conectar la entrada de antena VHF-FM, nos serviremos de un cable coaxial de antena (50 ó 75 Ohms). Para AM no deberá emplearse este cable coaxial de baja impedancia, ya que su capacidad quedaría en paralelo con el circuito receptor, pudiendo su valor ser tan fuerte, que el condensador ajustable de antena del auto-radio no sea capaz de compensarla. La mayoría de los auto-radios van provistos de un ajuste de antena. Una solución es utilizar el cable coaxial utilizado en la antena del coche para AM (puesto que el normal no resulta idóneo), sin embargo, este cable tiene un alma (conductor central) muy frágil, de modo que una tracción demasiado fuerte puede llegar a romperlo. Es preciso advertir, que algunos de estos cables llevan un condensador de ajuste incorporado, que es preciso eliminar para esta clase de aplicaciones. La placa que contiene los dos amplificadores (la mayor de ellas) deberá montarse dentro de una caja blindada; como en otras ocasiones, nosotros hemos utilizado placa de circuito impreso como aislante ya que el cobre actúa como un blindaje excelente. ■

# anti-robo gratuito

Ya en números anteriores, se publicaron anti-robos de probada eficacia, sin embargo, ninguno de ellos podía calificarse de «totalmente infalible». Afortunadamente, la mayoría de los ladrones de coches no son más que aficionados: El más simple de los anti-robos acaba derrotándoles. Por ejemplo, un letrero claramente visible que diga: «este vehículo está protegido por un sistema de alarma electrónica». Haya o no haya alarma en el vehículo, de entrada el posible ladrón se lo pensará dos veces antes de intentar su fechoría. Esta es, precisamente la utilidad de nuestro adhesivo «anti-robo gratuito». Péguelo en un lugar bien visible y la posibilidad de que roben su coche disminuirá al menos en un 1 por 100. Los suscriptores encontrarán este adhesivo entre las páginas de esta revista. Los demás lectores, podrán igualmente obtener su ejemplar solicitándolo a la redacción de ELEKTOR, sita en C./ Villanueva, 19, Madrid-1, poniendo en el sobre «anti-robo gratuito». El único requisito para recibir el adhesivo es incluir en la carta un sobre franqueado con el nombre y dirección claramente escritos.
Por favor, no pidan más de los que realmente necesiten, ya que nuestro stock es limitado ¡recuerde que los demás lectores también tienen coche! ■



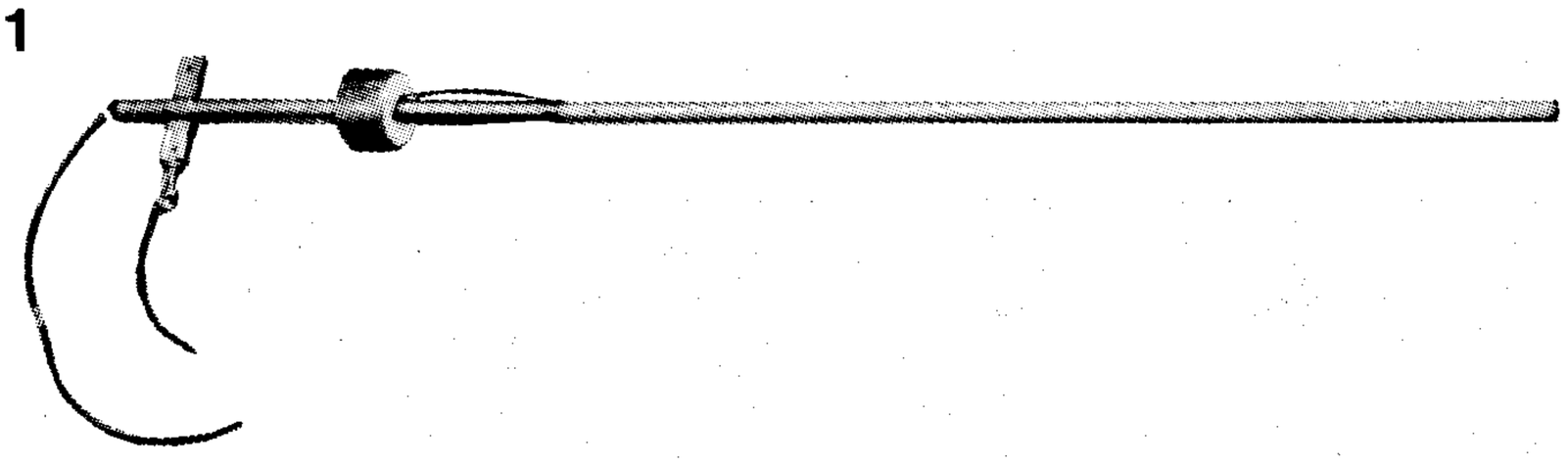
**En los coches modernos abundan por doquier todo tipo de indicadores medidores, botones e interruptores, sin embargo es difícil encontrar alguno que posea un medidor de la temperatura del aceite.**

# medidor de temperatura de aceite

**Esto podría hacernos pensar que la temperatura del aceite no es un parámetro importante... ¡nada más falso! Cuando el aceite del motor se calienta, su densidad disminuye y en los casos extremos, incluso puede llegar a oxidarse. De cualquier forma un aceite que se comporte así no es un buen lubricante. Por supuesto, las indicaciones del medidor de temperatura del agua puede proporcionarnos alguna información; pero esto no es suficiente. Para estar seguro, es necesario medir individualmente la temperatura del aceite.**
**La forma más fácil de incorporar este accesorio en nuestro vehículo es colocar un sensor en la varilla del nivel de aceite.**

En la mayoría de los coches, el medidor de temperatura se utiliza para controlar el agua del radiador. Como es sabido, el líquido de refrigeración circula por diversos conductos (incluido el propio radiador) y controles termostáticos para mantener la temperatura de este fluido en el punto óptimo; por tanto es improbable que la medida de la temperatura del agua pueda proporcionarnos una información fiable respecto al aceite. Además puede ocurrir que cuando este medidor registre el cambio de temperatura, sea ya demasiado tarde, o simplemente le pase desapercibido.
Entonces, ¿cómo medir la temperatura del aceite? Medirla en el exterior queda descartado, puesto que el aceite se encuentra en el interior del bloque motor. Ha de encontrarse algún sistema para introducir un sensor de temperatura en el aceite —por ejemplo en el interior cárter—. Sólo los más avezados expertos en mecánica del automóvil se atreverían a practicar un orificio en tan delicada pieza del motor, por lo tanto parece más lógico buscar otra solución, o simplemente utilizar uno de los oficios existente. El tornillo de salida de aceite situado generalmente bajo el cárter del motor no es un lugar muy recomendable, yaque este recibe continuas agresiones por parte de los mecánicos en el ejercicio de su trabajo (o simplemente al cambiar el aceite del motor); de cualquier forma no es un buen lugar para colocar una conexión eléctrica. De modo que la única posibilidad viable parece ser la varilla del nivel de aceite.
La única modificación necesaria es sustitiur la varilla existente por otra que posea un termistor (resistencia NTC) en su extremo. La firma VDO suministra dos versiones de este tipo de sensores que pueden adaptarse a la mayoría de los coches; parece probable que en un futuro próximo los demás fabricantes se decidan a comercializar este tipo de accesorios. Advertimos a aquellos que quieran construirse su propia sonda de la dificultad que entraña su realización: este dispositivo a de ser fiable ya que estará sometido a fuertes vibraciones y temperaturas elevadas. Por otra parte el lugar donde va

1



**Fotografía 1. Varilla del nivel de aceite que incorpora un sensor NTC.**

1

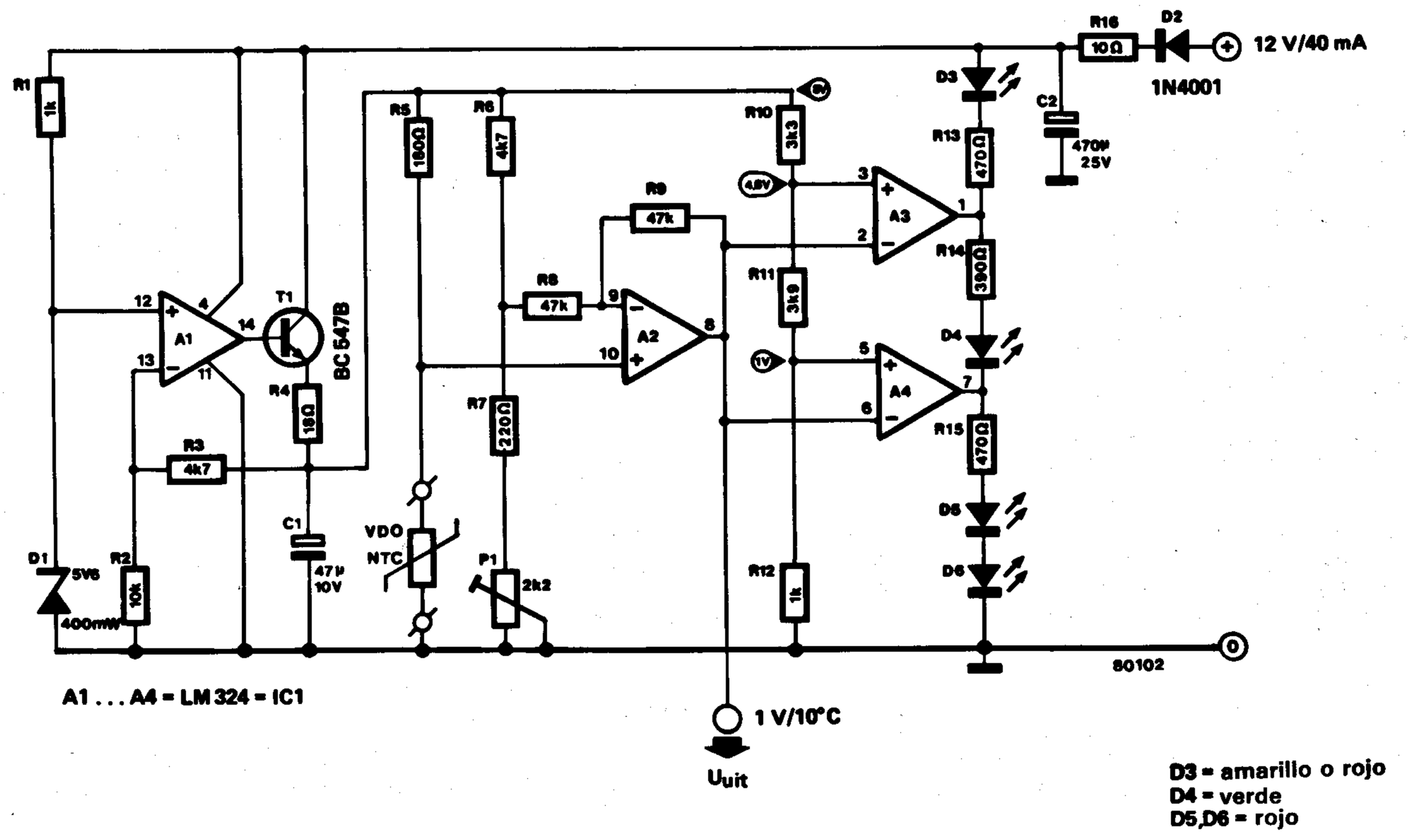



**Figura 1. Circuito completo del medidor de temperatura de aceite. Los cuatro amplificadores operacionales empleados, están contenidos en un solo IC.**

colocada la varilla del aceite no deja mucho espacio para trabajar, y si por un descuido cayera algún trozo de metal en el interior del cárter los resultados podrían ser desastrosos.
La varilla sensora comercializada por VDO se muestra en la fotografía 1. El fabricante suministra junto con la varilla sensora, un extensivo prospecto para poderla adaptar a la mayoría de los vehículos.

## El circuito

Como puede verse en la figura 1, el circuito contiene un solo integrado: el LM 324; este IC contiene 4 amplificadores operacionales (A1...A4). El primero de ellos, A1, se utiliza como regulador de tensión junto con B1 y T1. La tensión de referencia suministrada por D1 se aplica a la entrada no inversora de este operacional. A1 controla la corriente de base de T1, de forma que la tensión en su entrada inversora (unión de R2/R3) se mantiene constante e igual a la tensión de referencia. Si la tensión de bornas de R2 se mantiene constante a 5,6V, la caída en R2 y R3 será igual (y constante) a 8V. Esta tensión se utilizará como referencia en las medidas.
El termistor de la varilla sensora (o, NTC) se conecta a un circuito puente: R5, el NTC, R6, R7 y P1. El amplificador operacional A2 junto con las existencias R8 y R9 compone una etapa amplificadora de ganancia 1 (buffer). De esta forma la diferencia entre la tensión de la unión R5/NTC y la unión R6/R7 aparecerá igualmente a la salida de A2. Si la temperatura del aceite aumenta, la resistencia de NTC y la tensión en la entrada no inversora de A2 decrecerán, con lo cual la salida de este operacional pasará a nivel bajo, es decir 0V.
Es perfectamente posible calibrar la escala de tensiones a la salida de A2, en grados centígrados o Fahrenheit (para ello bastará con conectar un voltímetro a la saida de A2). La escala obtenida, básicamente depende de 3 factores: tipo de NTC utilizado (también del valor de R5); valor de R8 y R9; y del ajuste de P1. Los valores de NTC, R8 y R9 determinan el rango de temperaturas medibles: con los valores dados en el circuito (R8 = R9 = 47k), 1V de variación corresponde a un cambio de temperatura de aproximadamente 10°C (18°F), con lo cual la escala completa alcanzará hasta 120°C(226°C). Los límites de la escala elegida se ajustarán mediante P1 en el ejemplo dado varía de 0 a 120°C(32...248°F).
Modificando los valores de R8 y/o R9, y ajustando P1 pueden obtenerse diferentes escalas. Por ejemplo, para obtener una escala en grados Fahrenheit se tomarán los valores R8 = 56k y R9 = 100k; esto da 1V a la salida de A2 por cada 10°F de variación. Sin embargo, un termómetro basado en un NTC es bastante improbable que proporcione gran precisión a lo largo de toda su escala; aún más las indicaciones de temperatura necesarias en un automóvil no precisan más que de 2 señales: «temperatura normal» o sobretemperatura. Por esta razón se ha optado por un simple indicador óptico para este circuito. En la figura 1 los diodos D3...D6 (LEDs) son los indicadores de temperatura.
Una vez calibrado el circuito correctamente (más adelante explicaremos cómo), veamos qué significan las indicaciones del circuito. Cuando la temperatura del aceite es baja (inferior a 80°C), la tensión de salida de A2 se hace superior a la de referencia (unión de R10 y R11). Las salidas de los integrados A3 y A4 pasarán a nivel bajo (casi 0V), con lo cual el único diodo encendido será D3. Cuando la temperatura aumenta por encima de los 80°C, la salida de A2 cae hasta 4,8V aproximadamente. En este punto la salida de A3 cambia a nivel alto (la tensión de alimentación), con lo cual D3 se apaga y D4 se enciende. Este LED (verde) indica que la temperatura de aceite está en su punto óptimo. Si la temperatura de éste aumentara nuevamente —alrededor de 120°C— la tensión de salida de A2 se haría inferior al segundo umbral de conmutación (aproximadamente IV). Esto hará que la salida de A4 pase a nivel alto, y por lo tanto se encenderá D5 y D6 (D4 se apaga). Estos 2 LEDs rojos indican una situación de peligro.

## Construcción y calibración

El circuito completo se montará en la placa de la figura 2. No debe representar gran dificultad el montar la unidad en el interior de una caja. Esta, con el circuito en su interior podrá instalarse tras el cuadro de mandos; los LEDs se colocarán en el punto más adecuado.
La calibración es muy sencilla. Con los valores dados a los componentes el umbral de encendido de los LEDs se producirá a las temperaturas de 80°C y 120°C. La forma más sencilla de calibrar la unidad será por tanto introducir el sensor en un recipiente de agua a 80°C, y ajustar P1 hasta que se produzca la conmutación de D3 a D4. El umbral superior corresponde a 120°C (resulta bastante difícil calentar el agua a esta temperatura). Una última comprobación, la salida de A2 debe entregar aproximadamente una tensión de 3V cuando el sensor se introduzca en el agua caliente. Como se dijo en un principio, en este tipo de sensores no es esencial una precisión absoluta, puesto que no nos interesa saber en todo momento la temperatura del aceite.
A modo de conclusión dedicaremos unas palabras al sensor. Si se utiliza el modelo de VDO el valor dado para R5 (180 Ohm) es correcto. Para otros sensores es necesario modificarlo. Como regla práctica diremos que R5 debe de estar comprendida entre 1/2 y 2/3 de la resistencia del NTC cuando éste se encuentra sumergido en agua hirviendo. Como ejemplo diremos que el valor de la resistencia del termistor cuando se introduce en agua hirviendo es de 100 Ohmios; en este caso un valor adecuado para R5 será 56 Ohmios. Este valor es el mínimo permitido: sólo los NTCs con valores comprendidos entre 100 Ohmios y 10k (a la temperatura de ebullición) son válidos para nuestro montaje. Usualmente deberemos comprobar este parámetro, aunque por regla general los NTCs llevan inscrita su resistencia a la temperatura ambiente.

2

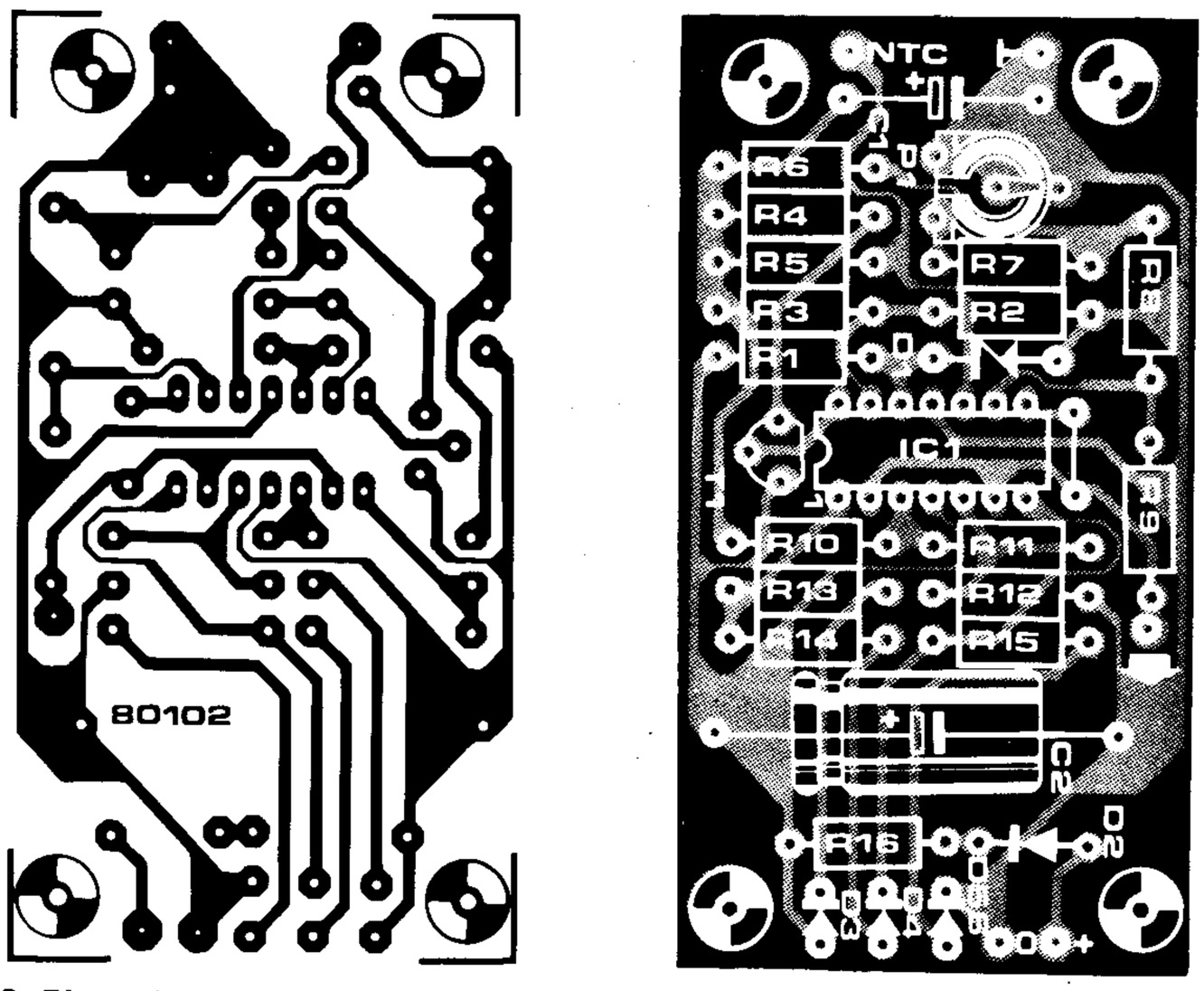



**Figura 2. Placa de circuito impreso y disposición de componentes.**

**Lista de componentes:**

Resistencias:
**R1,R12 = 1 k**
**R2 = 10 k**
**R3, R6 = 4k7**
**R4 = 18 Ω**
**R5 = 180 Ω** (ver texto)
**R7 = 220 Ω**
**R8,R9 = 47 k**
**R10 = 3k3**
**R11 = 3k9**
**R13,R15 = 470 Ω**
**R14 = 390 Ω**
**R16 = 10 Ω**
**P1 = 2k2** potenciómetro ajustable

Condensadores:
**C1 = 47 μ/10 V**
**C2 = 470 μ/25 V**

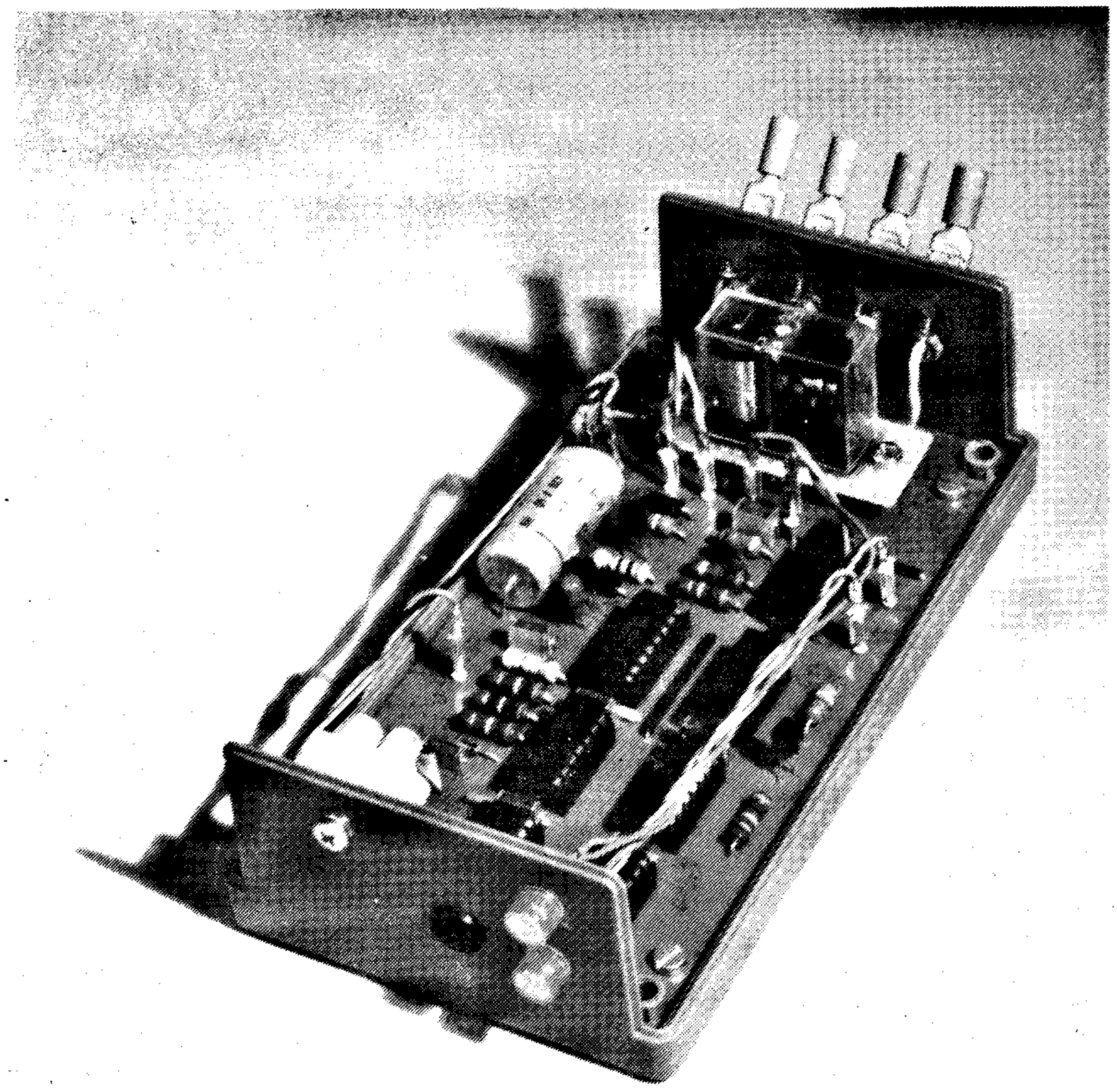
Semiconductores:
**A1,A2,A3,A4 = IC1 = LM324**
**D1 = 5V6, 400 mW** diodo zener
**D2 = 1N4001**
**D3 = LED** amarillo o rojo
**D4 = LED** verde
**D5,D6 = LED** rojo
**T1 = BC 547b**

Varios:
Varilla de aceite con termistor:
por ejemplo, el modelo VDO tipo 5310024

**Uno de los aspectos más molestos de los malos limpia-parabrisas es que son buenos mientras que no se los utiliza. Ante esto nosotros no podemos hacer nada pero por el contrario sí que podemos ayudarles a hacer frente a las variaciones de las condiciones climáticas. Se han diseñado ya muchos circuitos para controlar los limpia-parabrisas pero creemos casi con toda seguridad que ninguno como el que aquí presentamos. Nuestro controlador de limpia-parabrisas es inteligente; basta con que usted le diga una sola vez lo que debe hacer para que él ejecute sus instrucciones inmediatamente. Por otra parte usted puede cambiar en cualquier momento sus instrucciones.**

# limpiaparabrisas inteligente

## de período regulable continuamente mediante un solo interruptor



El principal defecto de los controles de período variable para los limpia-parabrisas se encuentra en el hecho de que son difíciles de regular correctamente. Normalmente es toda una labor el colocar el potenciómetro en su punto correcto, de modo que el parabrisas permanezca limpio sin que sobre ni falten pasadas de las escobillas. Cuando por fin se ha encontrado la cadencia correcta es muy posible que cambie la situación, de modo que empiece a llover a cántaros, o que prácticamente deje de llover, o que un camión, circulando en sentido contrario, inunde totalmente nuestro parabrisas. Unas cosas por otras el circuito de control resulta poco útil. Sin embargo, con el circuito inteligente de Elektor las cosas son muy distintas. Es tan sencillo de utilizar que el número de pasadas de las escobillas por segundo puede modificarse en una fracción de segundo. Para cambiar la cadencia basta con actuar dos veces un interruptor. El circuito memoriza el intervalo de tiempo transcurrido entre las dos maniobras y lo respeta tanto tiempo como se quiera.

Este funcionamiento tan sencillo es debido al hecho de que en la elaboración del circuito se han utilizado los componentes más idóneos y grandes cantidades de materia gris. El circuito resultante es algo complicado, pero su complejidad se ha reducido a un nivel razonable. Sólo son necesarios 4 cables entre el circuito y el cableado existente para el control del limpia-parabrisas.

En el apartado de «conexiones» haremos referencia a las normas DIN que dan número de referencia a los distintos cables y conexiones. Como este código no está todavía generalizado a todos los automóviles se dará un método que permite encontrar los puntos de conexiones correctos. Puede decirse que la realización y la puesta en funcionamiento de este circuito no debe suponer ningún problema.
El proceso de funcionamiento exacto del circuito es un poco más difícil de entender por lo que vamos a empezar por su explicación antes que nada.

## Esquema sinóptico

El corazón de todo temporizador es siempre una memoria. Esta memoria puede ser de tipo analógico, por ejemplo, un red RC en la que el intervalo de tiempo queda determinado por la constante de tiempo RC. Pero si se quiere regular la duración de los itnervalos de tiempo será necesario utilizar un potenciómetro o un conmutador de varias posiciones para poder variar el valor de la constante de tiempo RC.
Nosotros hemos utilizado una tecnología mucho más moderna para nuestro circuito. Se trata de circuitos integrados de memoria que conservan la información en forma digital; en un circuito integrado de este tipo se puede almacenar una gran cantidad de datos. La información, que se almacena en forma de «0» y «1», se introduce por la entrada de datos (en inglés «data imput» o también «Din»). En el circuito integrado que utilizamos aquí se determina la posición de memoria en la que se almacena la información, mediante 10 entradas. Se dispone de este modo, siguiendo las distintas combinaciones de estas 10 entradas, de 1.024 *direcciones* o 1.024 posiciones de memoria. Las 10 entradas se denominan *entradas de dirección* (en inglés: «address input» o «address lines»). El código digital (ordinario) de la dirección se obtiene mediante un contador que puede contar hasta 1.024. Si el contador cuenta los impulsos procedentes de un generador de reloj, se introduce el factor tiempo en la memoria; así, por ejemplo, si el generador de reloj produce 5 impulsos por segundo, se seleccionarán secuencialmente 5 posiciones de memoria cada segundo.
La memoria tiene también un entrada de control de lectura/escritura (en inglés «read/write input control»). Esta entrada se señala como «R/W» lo cual significa que la memoria está en modo lectura cuando el estado de esta entrada es alto y, por el contrario, está en modo escritura cuando esta entrada está en estado bajo. Es decir, esta entrada permite almacenar u obtener una información de la memoria. Cuando se ha almacenado previamente una información ésta puede obtenerse por la *salida de información* (en inglés «Data output» «D out») durante la fase de lectura. Con lo que

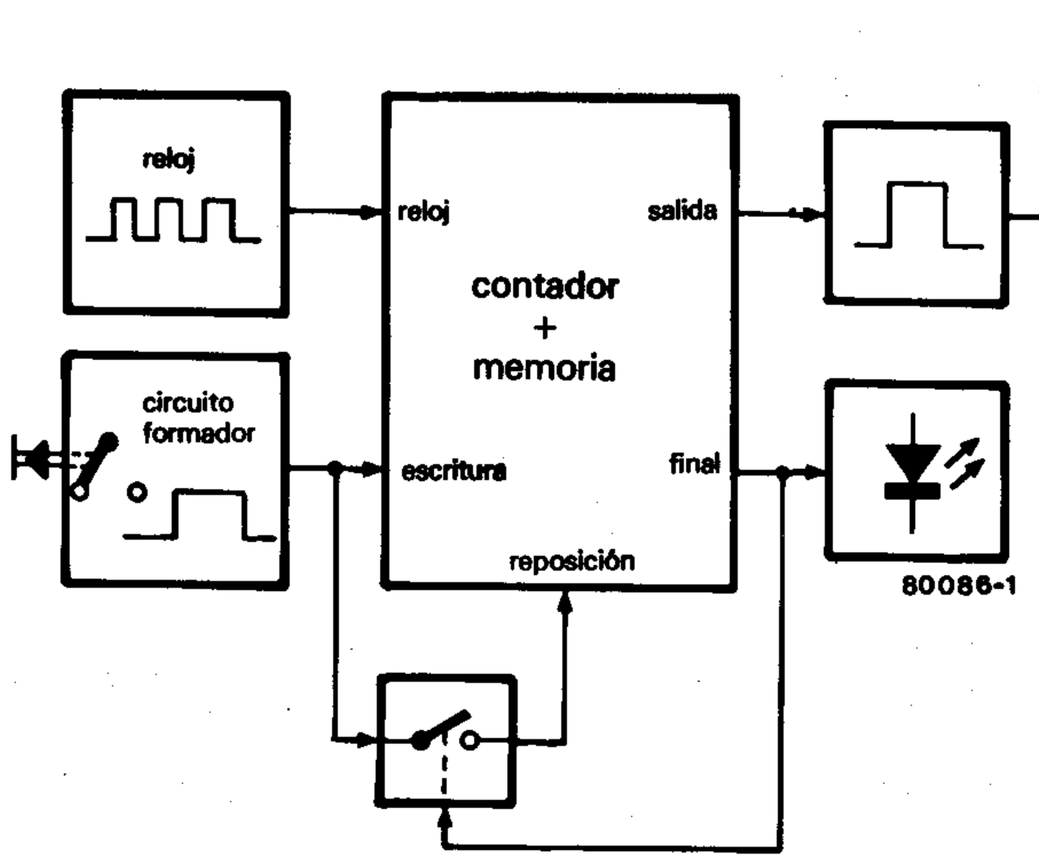



**Figura 1. Esquema sinóptico del limpiaparabrisas inteligente.**

acabamos de decir esperamos que nuestros lectores encuentren ya más corriente la utilización de una memoria en un temporizador.
En la figura 1 se da una versión simplificada del esquema sinóptico de mando del limpia-parabrisas mediante un circuito formador de impulsos. La salida de este formador de impulsos controla un interruptor electrónico que determina si la memoria está en modo lectura o en modo escritura. Existe también un generador de reloj que produce un número determinado de impulsos por unidad de tiempo. Asimismo, puede verse la existencia de un circuito de puesta a cero del contador y de un pequeño circuito para el control del limpiaparabrisas. Obviamente la parte más importante del sistema es la denominada *contador y memoria.*

## Funcionamiento del circuito

Cuando se acciona el interruptor del limpia-parabrisas la escobilla hace un recorrido completo (una ida y vuelta), el contador se pone a cero y las posiciones de memoria comienzan a llenarse sucesivamente de ceros empezando por la primera. Cuando se acciona por segunda vez el conmutador del limpia-parabrisas las escobillas realizan un recorrido completo, y se introduce un «1» en la posición de memoria que esté seleccionada en ese momento y el contador se pone en cero. En ese momento la memoria pasa a modo lectura y el contador empieza a explorar las diversas posiciones de memoria una a una, en el mismo orden en que lo hizo anteriormente. Cuando llega a la posición que contiene un «1» el contador se pone en cero y las escobillas efectúan un recorrido completo. Dado que la lectura de la memoria se realiza a la misma velocidad que la escritura, el intervalo de tiempo transcurrido entre dos recorridos de las escobillas es el mismo que el existente entre las dos maniobras iniciales del interruptor del limpia-parabrisas.
Hasta aquí todo parece bastante sencillo, sin embargo, en la práctica, es preciso vencer un cierto número de obstáculos. Por ejemplo, es fundamental que las diversas operaciones del proceso se realicen en el momento y orden correctos. Habitualmente todos los pasos importantes empiezan cuando se produce un cambio de nivel en la señal de reloj. Por otra parte cuando se trata de la memoria los distintos pasos deben realizarse en un orden muy preciso; así, por ejemplo, es preciso seleccionar la dirección antes de escribir una información en la memoria. Si se trata de hacer las dos cosas al mismo tiempo casi con toda probabilidad la información se situará en una posición de memoria errónea. Todo esto obliga a utilizar diversas señales de reloj que aunque tengan la misma frecuencia, cambien de nivel en instantes distintos. Basta, por tanto, con utilizar un solo oscilador (reloj principal) cuya salida es enviada a un secuenciador, que es el que controla los diversos circuitos integrados. Las salidas del secuenciador pasan consecutivamente al estado alto permaneciendo así durante el tiempo de un impulso de reloj principal.
Sólo se utilizan 4 de las 10 salidas de que dispone el circuito integrado que actúa como secuenciador. En la figura 2 se quiere ilustrar cómo funcionan las distintas partes del circuito.

## El circuito

En la figura 3 se da el esquema completo del control inteligente para limpiaparabrisas. La puesta en marcha del motor del limpia-parabrisas se efectúa por medio de un relé, de modo que cuando el relé se activa el motor entre en funcionamiento. Veamos en primer lugar el control de este

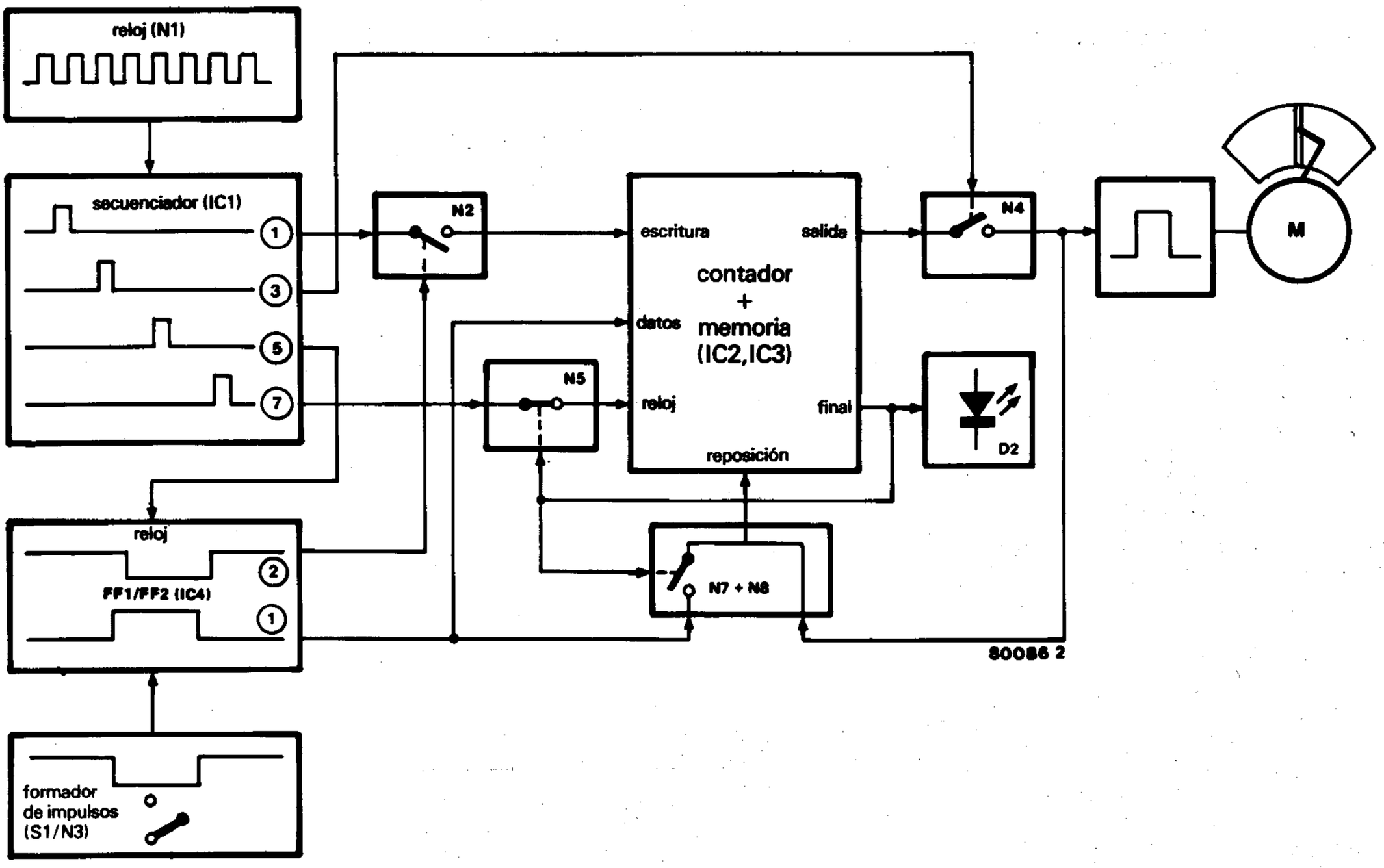
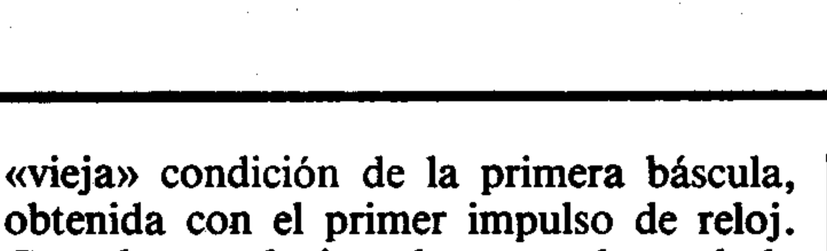



**Figura 2. Esquema sinóptico ampliado.**

relé. El generador de reloj está formado en torno a N1. A partir, prácticamente, del momento en que se le aplica tensión este generador produce una frecuencia bastante elevada (varios kHz) cuyo valor queda determinado por C2 y R3. Cuando C1 está suficientemente cargado, D1 entra en conducción manteniendo alto el nivel de tensión en el punto de conexión de C2 y R3. Esto obliga a que el oscilador oscile con una frecuencia bastante más baja (aproximadamente 25 Hz) debido al mayor valor de la constante de tiempo (R4, C3).

La salida del reloj principal se envía a IC1, un circuito integrado 4017, que es el secuenciador mencionado anteriormente. En éste, la salida Q1 está en nivel alto durante el segundo período del reloj principal, la salida Q5 durante el sexto período, etc... La memoria (IC2) es un sencillo circuito 2102 cuyas entradas de dirección (A0...A9) están conectadas directamente al contador binario (IC3). IC4 contiene dos básculas biestables (flip-flops) de tipo D. Estas funcionan del siguiente modo: cuando se lleva el conmutador S1 a su posición de trabajo (es decir, se conecta a +12 V), la salida de N3 pasa a estado bajo. Este cero se envía a la entrada D (patilla 5) de la primera báscula biestable (FF1). En la primera transición hacia el estado alto de la salida Q5 de IC1 este «0» pasa a la salida Q (patilla 1) y su inverso a la salida Q (patilla 2) de la primera báscula biestable. La segunda báscula (FF2) de IC4 permanece todavía sin cambio, es decir, todavía está leyendo la «vieja» condición de la primera báscula, obtenida con el primer impulso de reloj. Con el segundo impulso procedente de la salida Q5 de IC1 la segunda báscula hace pesar el nuevo valor (invertido claro está) desde su entrada D a su salida Q. Durante este segundo impulso, la segunda báscula permanece sin cambio a no ser que se haya actuado de nuevo el conmutador S1, pasándolo a su posición de reposo (conectado a masa). El cambio de nivel de señal en la entrada D de la primera báscula de IC4 es transferido a la salida Q de la segunda báscula después de 2 impulsos producidos por



la salida Q5 de IC1. El último circuito integrado es un multivibrador monoestable activado por la transición hacia estado bajo de un impulso. Cuando el nivel de su entrada (patilla 5) pasa a estado bajo, su salida (patilla 6) pasa a estado alto durante un intervalo de tiempo que está determinado por los valores de R10 y C5. Cuando esta salida está en estado alto el transistor C2 entra en saturación y se excita el relé. Lo que acabamos de decir explica a grandes rasgos el funcionamiento de los componentes más importantes del circuito.

Vamos a entrar a continuación en más detalles, que aquellos lectores que lo deseen pueden omitir si no quieren profundizar en el manejo de memorias. Normalmente cuando el limpiaparabrisas está en reposo, el punto común de S1 está conectado a masa. Por tanto, la entrada de M3 está en estado bajo y su salida en estado alto (supuesto que existe tensión de alimentación, claro) como el reloj principal comienza a oscilar inmediatamente después que se ha aplicado tensión de alimentación, la información presente en la entrada D de la primera báscula (1) se trasfiere a la salida tan pronto como la salida Q5 del secuenciador IC1 pasa a estado alto. Esto hace pasar a estado bajo la entrada de datos de IC2. La salida Q de FF2 pasará a estado alto con el siguiente impulso presente en la salida Q5 de IC1. Dado que la salida de N2 sólo está en estado bajo si sus dos entradas están simultáneamente en estado alto, IC2 estará en modo escritura siempre que Q1 de IC1 y Q de FF2 estén en estado alto. Supongamos que la salida de N6 esté en estado alto, inmediatamente después de conectar la tensión de alimentación. En ese caso, la salida de N5 será sólo función de la señal procedente de la salida Q7 de IC1. De este modo la señal de reloj procedente del secuenciador se aplica, a través de N5, al contador IC3, el cual incrementa progresivamente la dirección de memoria. Se escribe así «O» en cada posición de la memoria. Después de un máximo de 1.024 impulsos procedentes de la salida Q5 del secuenciador, la sali-

da Q11 de IC3 pasa a estado alto, pasando la salida de N6 a estado bajo, con lo que se impide que los impulsos de reloj lleguen a IC3. En este momento el circuito está dispuesto para ser utilizado y el diodo LED D2 se enciende. Todo esto se produce en un intervalo de un segundo como máximo ya que, como hemos dicho antes, la frecuencia del reloj principal alcanza un valor elevado inmediatamente después de conectar la tensión de alimentación.

Cuando se lleva el conmutador S1 a su posición de trabajo, y se le deja en esa posición, la entrada D de la báscula FF1 pasa a estado bajo. La entrada D de IC2 pasará a estado alto con la siguiente transición positiva de la salida Q5 de IC1. Pero como la salida Q de FF2 está todavía en estado alto, aún es posible escribir en la memoria. Dado que por otra parte en este momento, la salida Q11 de IC3 y la salida de N4 están también en estado alto, cuando la Q de FF1 pasa a estado alto el contador es puesto en O (a través de N7 y N8). Tan pronto como la salida Q11 de IC3 pasa a O, lo impulsos del reloj procedentes de la salida Q7 del secuenciador llegarán, a través de N5, al contador, haciéndole avanzar. Como es precisamente ahora cuando aparece tal impulso, el contador se pone en «1», con lo que queda seleccionada la primera posición de la memoria. Como el secuenciador emite a



continuación un impulso de reloj por su salida Q1, se puede escribir en la memoria el «1» de la salida Q de FF1. El siguiente impulso de reloj es dirigido por la salida Q3 del secuenciador y se aplica a una de las entradas de N4 (patillas 2) que recibe por la otra entrada (patilla 1) el contenido de la memoria (la cual ha pasado a modo lectura tan pronto como ha desaparecido el impulso de reloj procedente de la salida Q1 del secuenciador). De este modo la salida de N4 pasa a estado bajo durante el impulso de reloj emitido por la salida Q3 del secuenciador, lo cual provoca la excitación, a través de relé y por tanto se produce un recorrido completo del limpiaparabrisas.

Cuando la salida de N4 pasa a estado bajo se produce, a través de N7, la puesta a O del contador.

El siguiente impulso de reloj emitido por el secuenciador aparece por su salida Q5. Este impulso transfiere la información presente en la entrada de FF2 hacia la salida, con lo cual la salida Q de FF2 pasa a estado bajo impidiendo toda escritura en la memoria.

Con el impulso del reloj procednte de la salida Q7 del secuenciador, el contador pasa al valor «1» y la memoria, que está en modo lectura, entrega el contenido de su primera posición, es decir, un «1». El siguiente impulso de reloj entregado por la salida Q1 del secuenciador es inoperante, ya que la escritura en la memoria está bloqueada por el estado bajo de la salida Q de FF2. El impulso de reloj de la salida Q3 del secuen-

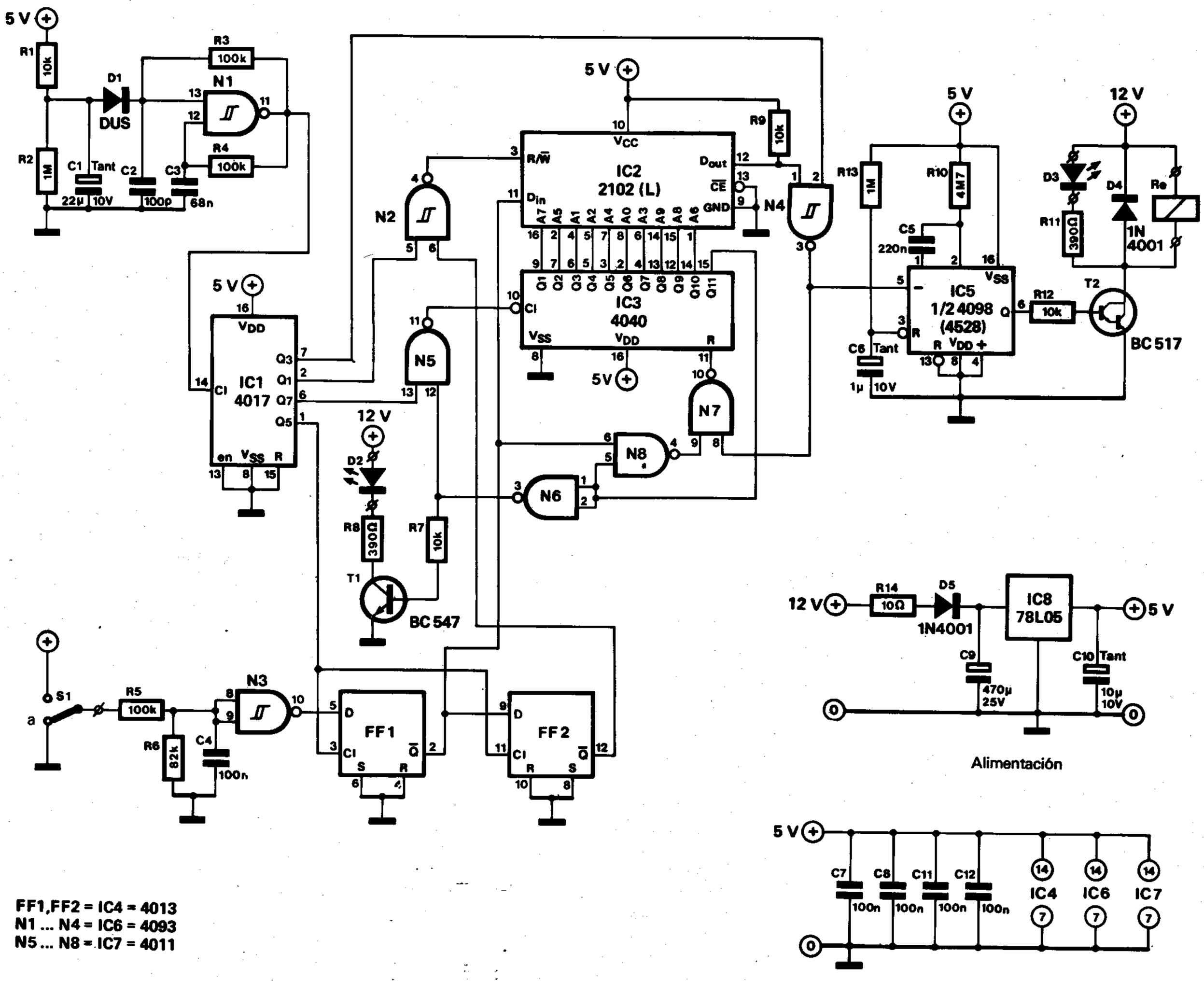



**Figura 3. Circuito del limpia-parabrisas inteligente. El relé debe ser capaz de conmutar 5 amperios por lo menos.**

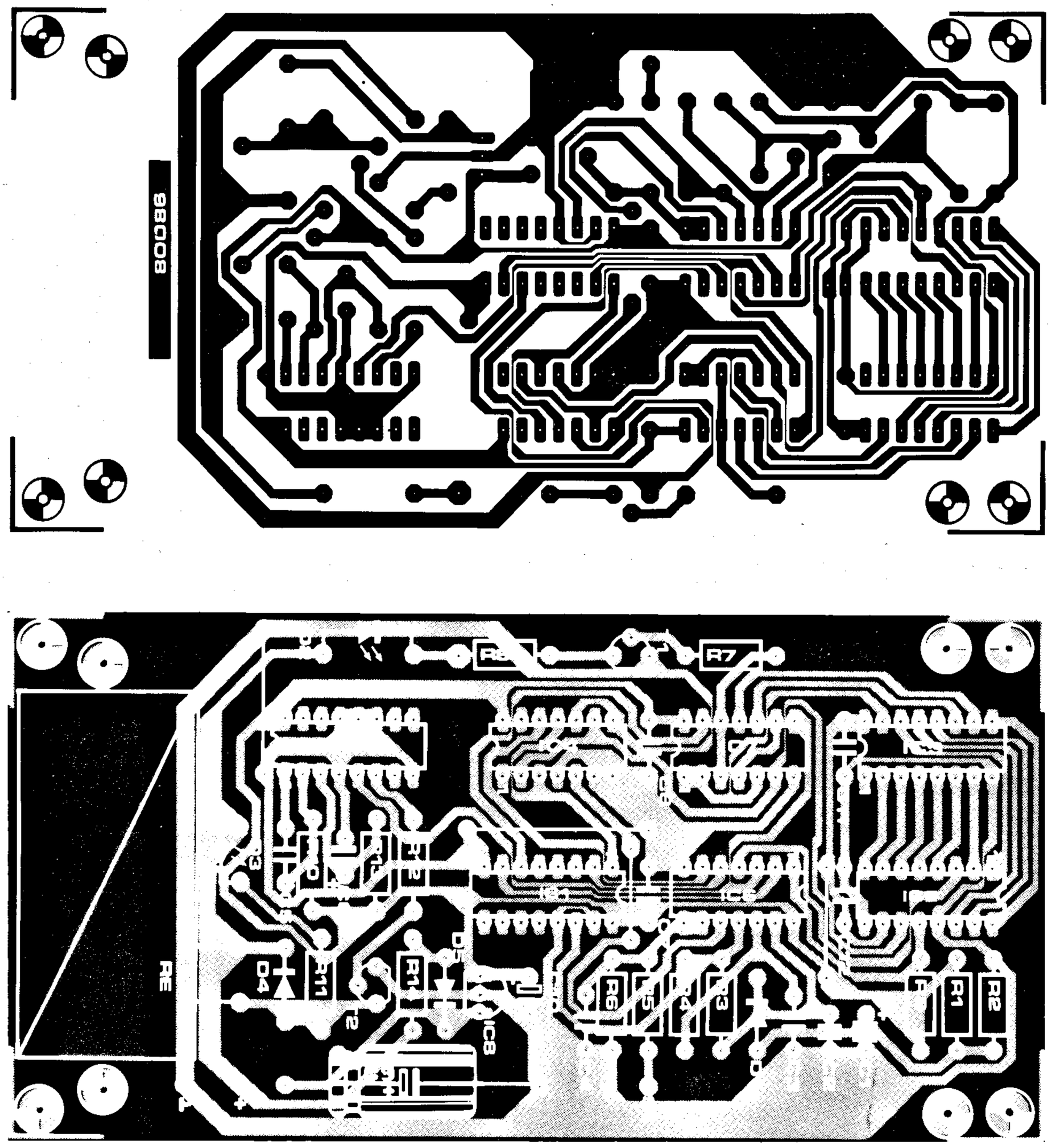



**Figura 4. Placa de circuito impreso y disposición de componentes para el limpia-parabrisas inteligente.**

**Lista de componentes**

Resistencias:

R1,R7,R9,R12 = 10 k
R2,R13 = 1 M
R3,R4,R5 = 100 k
R6 = 82 k
R8,R11 = 390 Ω
R10 = 4M7
R14 = 10 Ω

Condensadores:

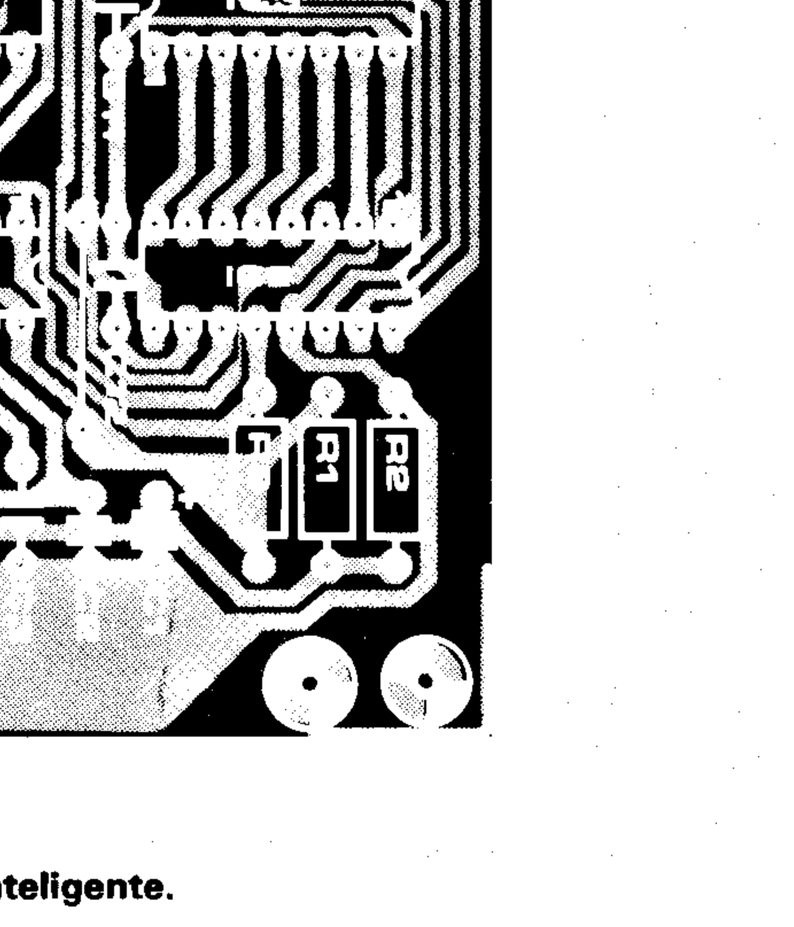
C1 = 22 µ/10 V tántalo
C2 = 100 p
C3 = 68 n
C4,C7,C8,C11,C12 = 100 n
C5 = 220 n
C6 = 1 µ/10 V tántalo
C9 = 470 µ/25 V
C10 = 10 µ/10 V tántalo

Semiconductores:

D1 = DUS
D2,D3 = LED
D4,D5 = 1N4001
T1 = BC 547
T2 = BC 517 (Darlington)
IC1 = 4017
IC2 = 2102 (L) 1024 x 1 (memoria)
IC3 = 4040
IC4 = 4013
IC5 = 4098, 4528
IC6 = N1 . . . N4 = 4093
IC7 = N5 . . . N8 = 4011
IC8 = 78L05

Varios:

S1 = conmutador
Re = relé de 12 V p.e. Bosch
cápsula OKW tipo 90-30-087



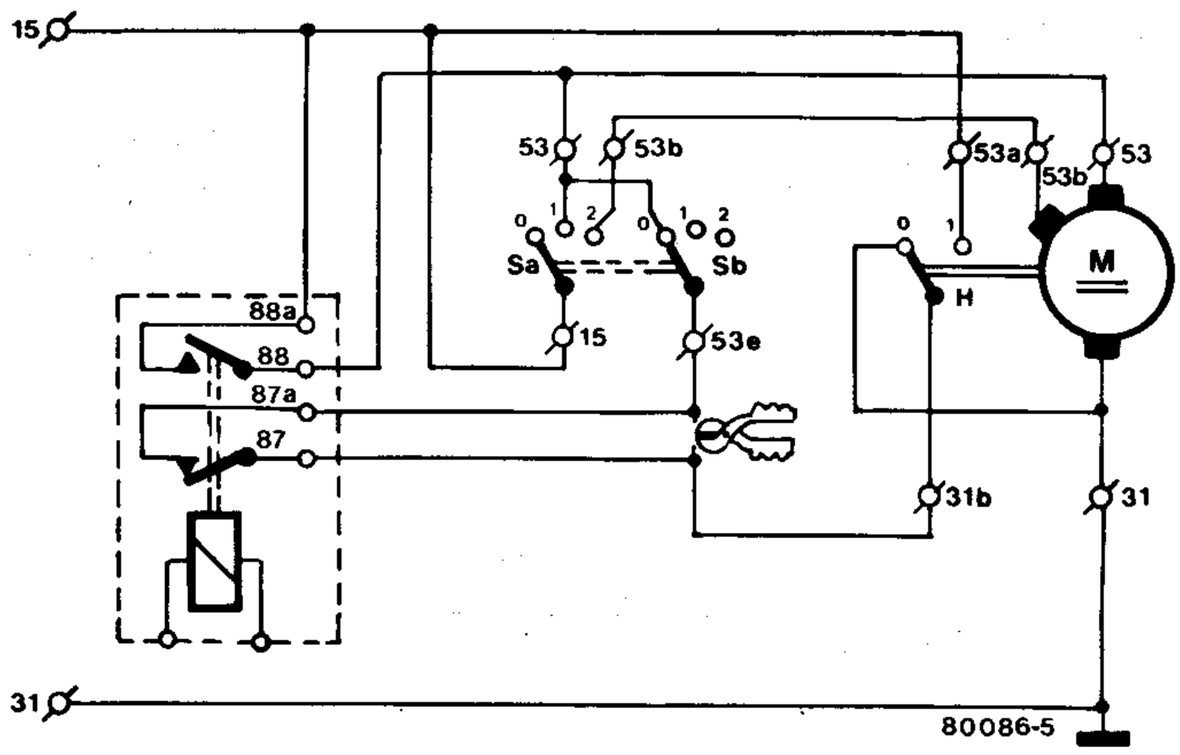



**Figura 5. Conexión del limpia-parabrisas inteligente en el circuito eléctrico de un coche. El recuadro de trazos contiene los contactos del relé.**

ciador provoca la excitación del relé y la puesta a cero del contador. El siguiente impulso de reloj procedente de la salida Q5 no sirve para nada mientras S1 esté en posición de trabajo; a partir de aquí, se repite la secuencia que acabamos de describir, hasta que S1 vuelva a su posición de reposo.
Cuando el interruptor S1 es llevado a su posición de reposo, el circuito empieza a contar el intervalo de tiempo entre 2 recorridos de las escobillas. El primer impulso de reloj presente en la salida Q5 del secuenciador, y siguiente a la vuelta a la posición de reposo de S1, hace llegar un «O» a la entrada Din de la memoria, y el siguiente impulso autoriza de nuevo la escritura en la memoria. De este modo, empiezan a escribirse «O» en las sucesivas posiciones de la memoria, en particular un «O» sustituye al «1» de la primera posición. El incremento del contador, y por tanto, de la memoria, se produce sin ningún movimiento del limpiaparabrisas, hasta que el conductor lo acciona de nuevo, llevándolo a su posición de trabajo, determinando así la duración del intervalo existente entre 2 recorridos del limpiaparabrisas. Una vez realizado esto, el primer impulso del reloj procedente de la salida Q5 del secuenciador hace que pase a «1» la entrada Din de IC2 (la escritura todavía está permitida) y este 1 se almacena en la posición de memoria que se haya alcanzado en ese momento y que llamaremos «n». Esta posición «n» de la memoria es seleccionada (pero en modo lectura) cuando sale por Q3 el impulso de reloj siguiente. Como N4 tiene también sus dos entradas en estado alto, durante este impulso de reloj su salida estár en O, produciéndose por un lado, a través de IC5, un recorrido de limpia-parabrisas y por otro lado, a través de N7, la puesta a O del contador. El intervalo de tiempo deseado por el conductor es así memorizado. Este intervalo es igual al tiempo utilizado por el contador para escrutar todas las posiciones de memoria comprendidas entre la primera y la enésima. Cada vez que el «1» almacenado en esta última posición sea leído, el relé se excitará y el contador se pondrá en O para iniciar el ciclo siguiente.
Se elige la duración del impulso emitida por el monoestable IC5 de modo que corresponda a la duración de un recorrido completo del limpia-parabrisas. Si se aumenta el valor de la capacidad C5 pueden obtenerse 2 recorridos en lugar de 1.
El diodo D2 permanece encendido mientras la salida Q11 de IC3 esté en estado bajo, lo cual sucede al cabo de un cierto tiempo después de conectar la tensión de alimentación, siempre que S1 esté en su posición de reposo. De este modo D2 indica siempre cuando el circuito está listo para ser utilizado. Si se desea que el limpia-parabrisas funcione continuamente basta con indicar al circuito un intervalo de tiempo muy corto. Para ello debe accionarse rápidamente S1 cuando D2 está encendido.
Para terminar D2 se ilumina cuando la bobina del relé está bajo tensión. Este diodo permitirá detectar cualquier avería en el sistema.

## Construcción

La figura 4 muestra la placa de circuito impreso y la disposición de componentes de este control inteligente para limpiaparabrisas. El montaje de los componentes en el circuito impreso no debe presentar ningún problema, sobre todo si para los circuitos integrados se utilizan zócalos. Conviene, por otra parte, alojar el conjunto en una caja de plástico. Es igualmente necesario prever por lo menos 8 bornas seguras para las conexiones con el exterior: + 12 V, D3, D2, el relé (3), S1 y la masa. La caja podrá sujetarse bajo el tablero de mandos o en cualquier otro lugar que se considere adecuado. En consecuencia se podrán montar los diodos LEDS sobre la caja o sobre el tablero de mandos.
El relé debe ser de 12 V. (tanto para la bobina como para los contactos) y deberá tener por lo menos 2 contactos (figura 5), uno normalmente abierto (señalado como 88 y 88a en la figura 5) y otro normalmente cerrado (señalado como 87 y 87a). Los contactos deben poder soportar por lo menos 5A (aunque se aconseja que sean de 10A). Es, igualmente, muy importante que la intensidad de la bobina no sobrepase los 400 mA que es el límite de seguridad del T2 (BC 517).

## Conexiones

La conexión de este circuito puede suponer algún problema si no se tiene ningún conocimiento previo de los circuitos de control del limpiaparabrisas. Pero no hay ninguna razón para asustarse, la mayoría de ellos son bastante sencillos y rápidamente comprensibles...
Veamos la figura 5. El mayor problema está en el conmutador H, ya que suele estar disimulado en alguna parte de la mecánica

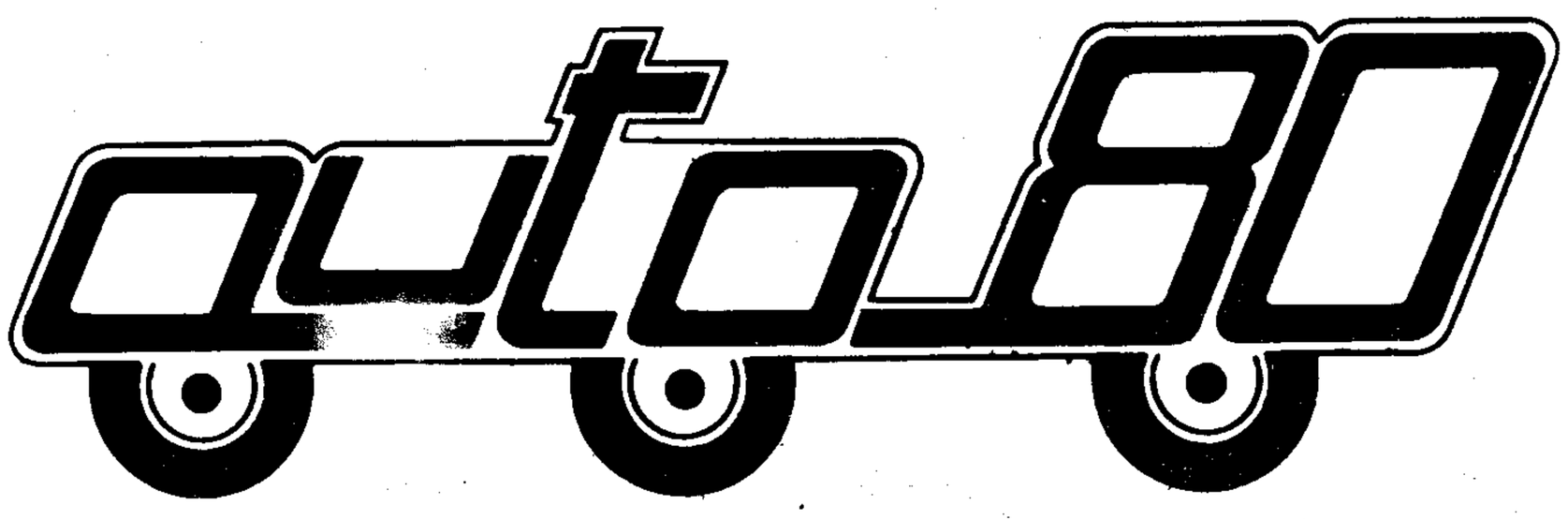



de las escobillas. Por otra parte, hay tantos tipos de conmutadores como de fabricantes de limpia-parabrisas. Lo primero que hay que preguntarse es si el conmutador H existe en nuestro vehículo. La comprobación es muy sencilla. Cuando se para el parabrisas con el botón previsto para este efecto, las escobillas suelen volver ellas solas al principio de su recorrido. Si esto es así, puede usted suspirar aliviado. Por el contrario, si esto no es así, esta es una buena ocasión para sustituir el motor de su limpiaparabrisas por un modelo más moderno, toda vez que añadir este conmutador a su antiguo motor no es una de las cosas que pueden hacerse fácilmente.
El otro conmutador, señalado en la figura 5 como Sa y Sb, es el conmutador normal para accionar los limpia-parabrisas. El tipo presentado es el clásico de 2 velocidades. Los números indicados junto a las bornas del motor y del conmutador (15, 51, 53, etc.) son las designaciones que siguen las normas DIN, lo cual quiere decir que su coche puede tenerlas o no. Nosotros las utilizaremos por razones de claridad.
Se trata de saber ahora cómo identificar los distintos cables del motor del limpiaparabrisas. Para ello sólo es necesario una bombilla de 12V provista de 2 cables de conexión. Uno de estos cables se conecta a masa (o al polo de la batería) y con el otro se sondean las bornas que se quieren identificar. Para estas comprobaciones no es necesario desconectar nada. Con el limpiaparabrisas parado, la bombilla sólo debe encenderse si se conecta el cable de comprobación a la borna 53. La borna 31b provocará el encendido intermitente de la bombilla al ritmo de las idas y retorno de las escobillas.
Si ahora se hace funcionar el limpiaparabrisas a la velocidad superior, la bom-

billa se encenderá con la borna 53b. La borna que no produce el encendido de la bombilla es la borna 31, correspondiente a la masa del motor.
Este método de comprobación es eficaz en el 90 por 100 de los vehículos. En algunos modelos es el polo positivo de la batería el que está conectado a masa y las conmutaciones se realizan sobre el polo negativo. En ese caso el sistema de comprobación antes descrito sigue siendo válido simplemente invirtiendo las polaridades. Una vez identificados los cables conviene aclarar otros dos puntos muy importantes.
Como se ha dicho antes el conmutador H está incorporado al motor del limpiaparabrisas. Este conmutador se abre (posición «O» de la figura 5) cada vez que la escobilla llega al extremo de su recorrido y se denomina *contacto de fin de carrera* o *conmutador de parada automática*. Sólo queda ya un detalle que explicar. El conmutador H tiene de hecho dos finalidades; la primera acaba de ser descrita, la segunda consiste en cortocircuitar el motor del limpiaparabrisas cuando se actúa el interruptor general para pararlo. La razón de este cortocircuito está en la inercia mecánica del sistema que podría hacer que las escobillas iniciaran un nuevo recorrido una vez llegadas al extremo de su recorrido. El cortocircuito actúa como un freno del sistema que impide todo «rebote».
Ahora es ya una cosa bastante sencilla conectar el relé de nuestro circuito de control al circuito eléctrico del limpia-parabrisas siguiendo el esquema de la figura 5. Sólo debe cortarse un cable: el que une las bornas marcadas con 31 y 53a. ¡Ah!, que nadie nos pregunte porqué se utilizan en las normas DIN dos números para un mismo hilo, no tenemos ni la más remota idea.

## Modo de empleo

Como todo ente inteligente, nuestro control para limpia-parabrisas debe pasar su etapa de aprendizaje. Afortunadamente entiende las cosas muy rápidamente. Más exactamente podemos decir que está diseñado para funcionar tal como usted desearía. Supongamos que está usted conduciendo tranquilamente y que empieza a lloviznar. En un determinado momento, usted acciona el interruptor del limpiaparabrisas y lo para cuando el parabrisas está limpio. El hecho de que usted disponga de un control inteligente para limpiaparabrisas no influye en este caso. Al cabo de un cierto intervalo de tiempo se hace precisa otra limpieza. Para ello usted actúa con el conmutador del limpia-parabrisas.
Pero esta vez no es necesario que usted vuelva el conmutador a su posición de reposo. El circuito inteligente de control lo hace por usted y a partir de ese instante, las escobillas realizarán un recorrido completo a intervalos de tiempo iguales al transcurrido entre las dos operaciones del conmutador. Cuando usted desee parar el parabrisas, bastará llevar el conmutador a la posición de «paro».
Todo esto está muy bien, pero todo conductor sabe que la lluvia es cualquier cosa menos coherente. ¡No hay problema!
• La lluvia se detiene. En este caso basta con llevar el conmutador a su posición de reposo como ya hemos dicho antes.
• Aumenta la intensidad de la lluvia, por tanto necesita una mayor frecuencia en su limpia-parabrisas. En ese caso, lleve el conmutador a su posición de reposo, deje transcurrir el tiempo que usted crea conveniente y conecte de nuevo el limpiaparabrisas. El circuito ha memorizado este nuevo intervalo de tiempo y lo mantendrá mientras usted no le ordene lo contrario.
• ¿Qué hace usted cuando la lluvia tiende a remitir? Pues sencillamente, después de un recorrido de las escobillas, lleva el conmutador de mando a su posición de reposo y deja transcurrir el tiempo necesario hasta que es precisa otra limpieza del parabrisas, en cuyo momento acciona usted de nuevo el conmutador. Otra vez el circuito ha memorizado el nuevo intervalo de tiempo.
¿Inteligente? ¡pues sí señor! Usted actúa normalmente el limpiador de su limpiaparabrisas cada vez que cambia la intensidad de la lluvia y el módulo hace el resto del trabajo automáticamente. ■




# el duende de elektor

## Aclaraciones

**elektor, núm. 4/5, julio-agosto 1980, artículo 48**

Ante las numerosas dudas que plantea el parámetro B o ancho de banda, conviene alcarar lo siguiente: Se define el ancho de banda de un circuito como la diferencia entre la frecuencia de corte superior e inferior. La frecuencia de corte de un circuito (no confundir con frecuencia de transmisión), es aquella a la que un circuito experimenta una atenuación o disminución de la ganancia de 3dB.
Lo anteriormente dicho, aplicado al artículo en cuestión queda: $B = f_{02} - f_{01}$
En este caso, los parámetros $f_{02} - f_{01}$ representan las frecuencias centrales ($f_0$) de cada uno de los filtros (conectados en cascada).

**elektor, núm. 9, pág. 2-19**

## Medidor de consumo de carburante

Debido al inusitado interés despertado por este montaje, y a la relativa dificultad para localizar los captadores de velocidad y consumo; comunicamos a nuestros lectores, que la firma TALBOT, a través de sus distribuidores de repuestos para automóviles podrá suministrar sin ningún problema, los citados captadores.

## Erratas

En el primer artículo sobre el computador de juegos TV (revista núm. 7, pág. 11-13) se han deslizado dos pequeñas erratas. La primera de ellas se encuentra en la primera columna (línea 20) y dice ROV; debe decir ROM. La segunda se halla en la línea 16 y dice 450 segundos; debe decir 450 nánosegundos.
Ninguna de estas dos erratas afectan al buen funcionamiento del montaje.

**elektor, núm. 7, pág. 11-37**

En vista del interés despertado por el generador de colores (y el regulador sensorial de luminosidad, Elektor, núm. 4/5) y debido a la inesperada dificultad para localizar los choques L1, L2 y L3, damos a continuación los datos para su construcción.
L1, L2 y L3 = 40 espiras de hilo de cobre esmaltado de 0,5 mm. sobre núcleo cilíndrico de ferrita de 10 × 70 mm. (de los utilizados en las bobinas de sintonía en AM).

**elektor, núm. 11, pág. 4-40 y 4-42**

El valor del condensador C9, indicado en la lista de componentes y el circuito teórico, es en ambos casos erróneo; el valor correcto de este condensador es 120 nF.
La nomenclatura de T2 indicada en la lista de componentes es falsa, mientras que la del circuito teórico es correcta, es decir T2 es un BC 516.

# protección para la batería

## para que la batería no le deje a oscuras

**¿Se olvida a menudo a apagar las luces de su vehículo?, pues despreocúpese y deje que un sustituto electrónico haga esta tarea; en lo sucesivo ya no será un problema el dejarse las luces encendidas. El circuito que se describe en este artículo controla la tensión de la batería y apaga las luces automáticamente. Funciona en cualquier tipo de vehículo que incorpore una batería de 12V. Puesto que la posesión de un coche parece ser inevitable y sobre todo cara, la instalación de un circuito de este tipo obviamente representará una reducción en el costo de mantenimiento del vehículo.**

Actualmente los tableros de a bordo de nuestros automóviles incluyen tal cantidad de conmutadores, botones e indicadores, que, a veces, el conductor puede tener la impresión de encontrarse a los mandos de un vehículo espacial, en lugar de un automóvil.
Es curioso, pero resulta una verdadera hazaña acordarse sin excepción de apagar las luces del coche, por no citar los demás accesorios que igualmente reciben la energía eléctrica de la batería. Particularmente en lo que concierne a las luces de alumbrado, un momento de despiste puede obligarnos a dar un largo (¡y frío!) paseo nocturno para regresar a casa. He aquí la utilidad del circuito «inteligente» de protección para baterías.
La misión del circuito es controlar la tensión en bornas de la batería: cuando ésta desciende por debajo de cierto límite de seguridad, los faros se apagan automáticamente. En otras palabras, un simple circuito electrónico toma el relevo cuando la memoria falla.
Este circuito ha sido diseñado para el automóvil, sin embargo puede utilizarse sin ningún problema en cualquier tipo de vehículo motorizado, tal como caravanas, barcos o motocicletas. En una caravana, por ejemplo, este circuito permite apagar automáticamente la televisión, mediante una llave electrónica. Esto no es más que un ejemplo que ilustra perfectamente la cantidad de energía que este pequeño circuito puede ahorrar, lo cual en un futuro próximo podría convertirse en indispensable.
El esquema del circuito se muestra en la figura 1. A primera vista puede parecer complicado, pero nada más lejos de la realidad. Si al cortar la alimentación, dejamos las luces encendidas (faros de alumbrado) el circuito comenzará su tarea de

1

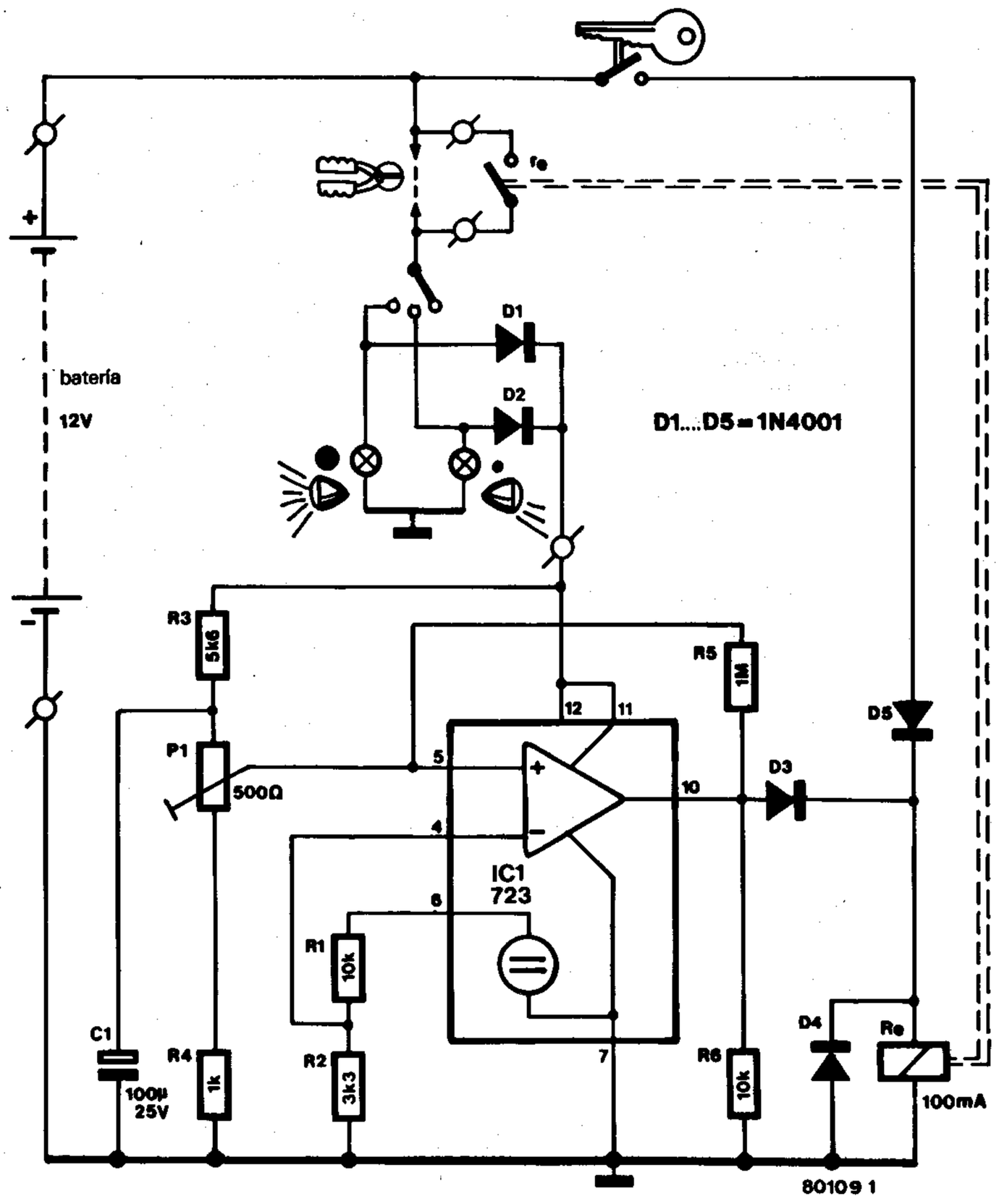



**Figura 1. Circuito protector de baterías. Como puede apreciarse es necesario interrumpir la conexión original de los faros de alumbrado e intercalar un relé.**

control y vigilancia; en el momento que la tensión de la batería entra en la «zona de peligro», las luces se apagan, después de haber estado encendidas un cierto tiempo. Obviamente el circuito deja de actuar cuando el motor está en marcha.

La llave dibujada en la parte superior de la figura 1 representa el interruptor de encendido (llave de contacto). Cuando éste está cerrado, el relé Re queda alimentado a través de D5. Según estén encendidas las luces de cruce o de carretera, el IC1 quedará conectado a la alimentación a través de D2 o D1 respectivamente. Siempre que la batería mantenga una carga razonable, la salida de IC1 estará a +12V, en cuyo caso Re recibirá la tensión de excitación a través de D3, aunque se haya cortado la alimentación general del vehículo. Si la tensión de la batería desciende por debajo de un nivel prefijado con antelación, la salida de IC1 tomará el valor de 0V, con lo cual el relé abrirá sus contactos apagando las luces del vehículo.

IC1 es un regulador de tensión que incluye una fuente de tensión de referencia y un amplificador operacional. En este circuito, IC1 trabaja de forma poco habitual. Un divisor de tensión formado por R3, D1 y R4, deriva de la línea positiva de alimentación, la tensión de control aplicada a la entrada inversora del amplificador operacional. Cuando la tensión de control se hace superior a la tensión de referencia, la salida del amplificador operacional será de +12V, y

**2**

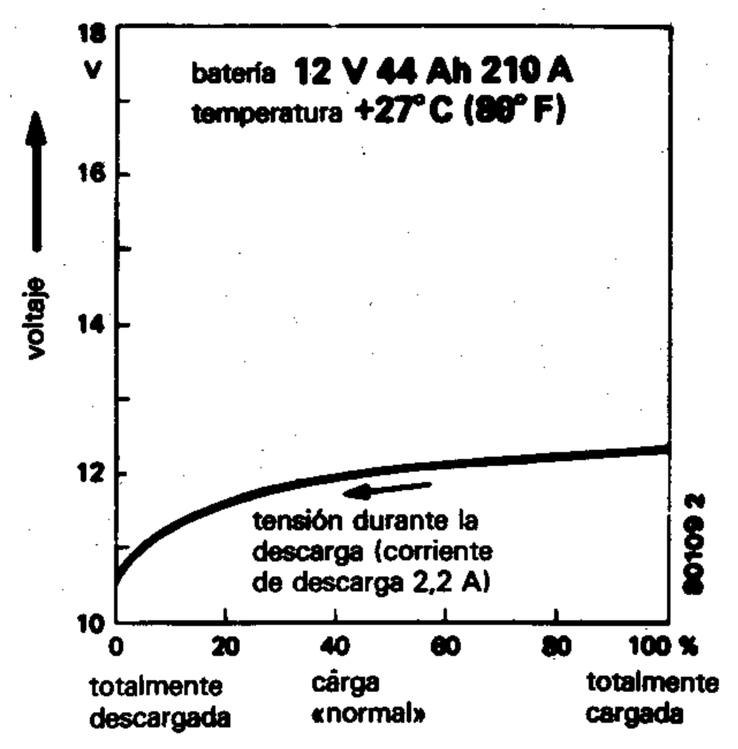



**Figura 2. Curva típica de descarga de una batería standar.**

por tanto el relé quedará activado. Si la tensión en bornes de la batería sufre una fuerte disminución, la caída en el cursor de P1 se verá igualmente afectada, es decir, baja su tensión. En este caso el voltaje de control se hace inferior a la tensión de referencia, con lo cual la salida del amplificador operacional pasa a 0V, y el relé abre sus contactos (las luces se apagan). Si la tensión de la batería recupera su nivel primitivo, el amplificador operacional no cambiará de estado puesto que R5 aumenta la diferencia de tensión en las entradas del amplificador operacional. Los ingenieros denominan a este efecto «histeresis». Por otra parte, cuando el relé Re abre sus contactos, corta la alimentación de IC1. En ese caso la única manera de reactivar el circuito es actuar sobre la llave de contacto, que restaura la línea de alimentación a través de D5.

P1 ajusta el valor de la tensión en bornes de la batería, a partir de la cual se desea interrumpir la alimentación del vehículo; obviamente este valor dependerá de la calidad de la batería. Como medida de precaución debe elegirse un nivel que permita aún arrancar el coche varias veces (20...50×100 de plena carga), es decir, para una tensión de la batería comprendida entre 11,5V y 12V.

La curva mostrada en la figura 2 muestra la tensión de una batería de 44Ah durante el período de descarga; obviamente las demás curvas de descarga han de ser similares. Como claramente se aprecia en el gráfico, la tensión de 11,5V corresponde a una carga de aproximadamente el 20 por 100. Para que una batería esté normalmente cargada es necesario que su tensión sobrepase los 12V, es decir, una carga aproximada del 50 por 100.

La placa de circuito impreso se muestra en la figura 3. A primera vista la posición de los orificios de montaje puede parecer algo extraña, sin embargo, su finalidad es adaptar el circuito a las cajas que corrientemente se encuentran en el mercado. ■

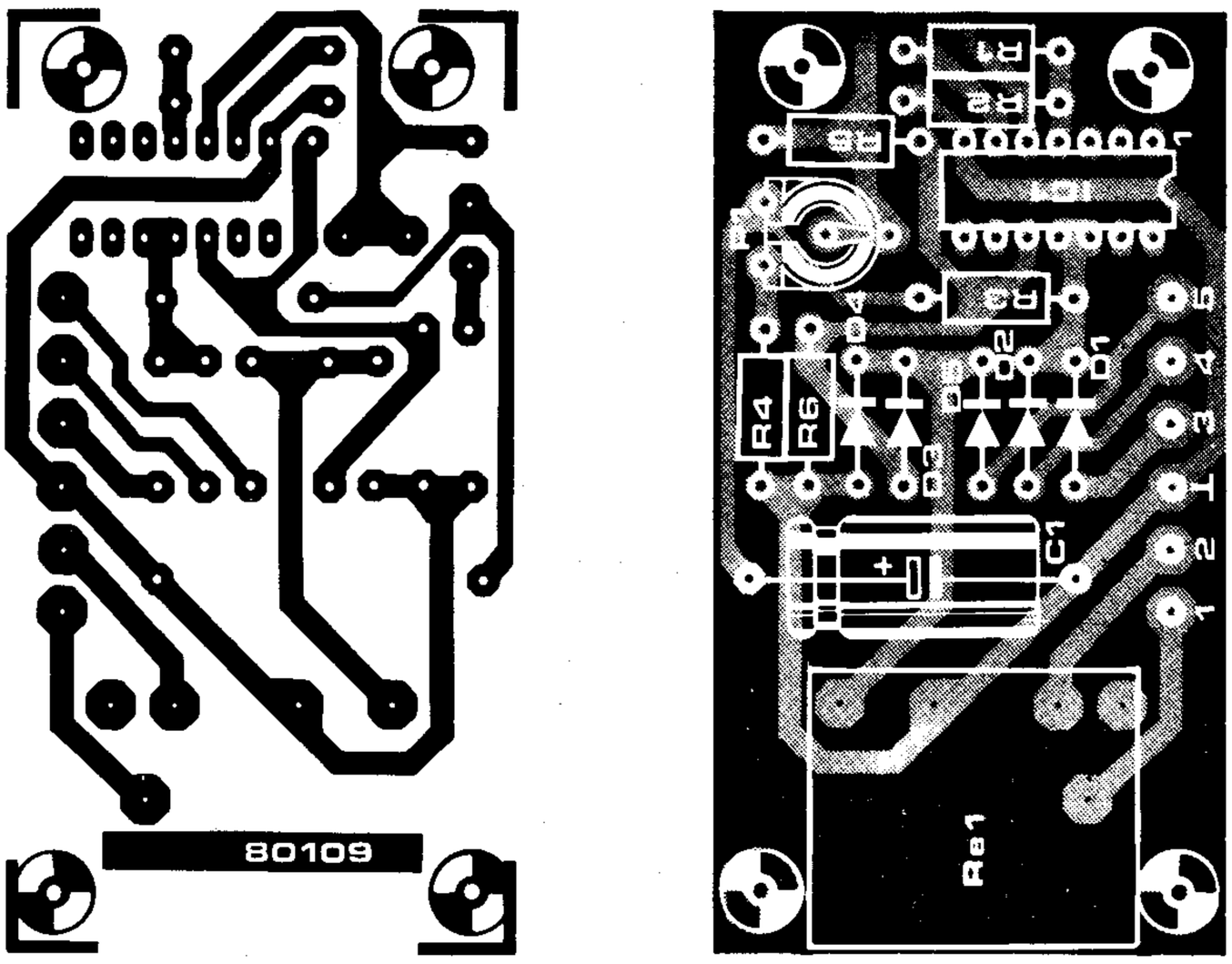



**Figura 3. Circuito impreso y disposición de componentes.**

**Lista de componentes**

**Resistencias:**
R1,R6 = 10 k
R2 = 3k3
R3 = 5k6
R4 = 1 k
R5 = 1 M
P1 = 500 Ω ajustable

Condensadores:
C1 = 100 μ/25 V

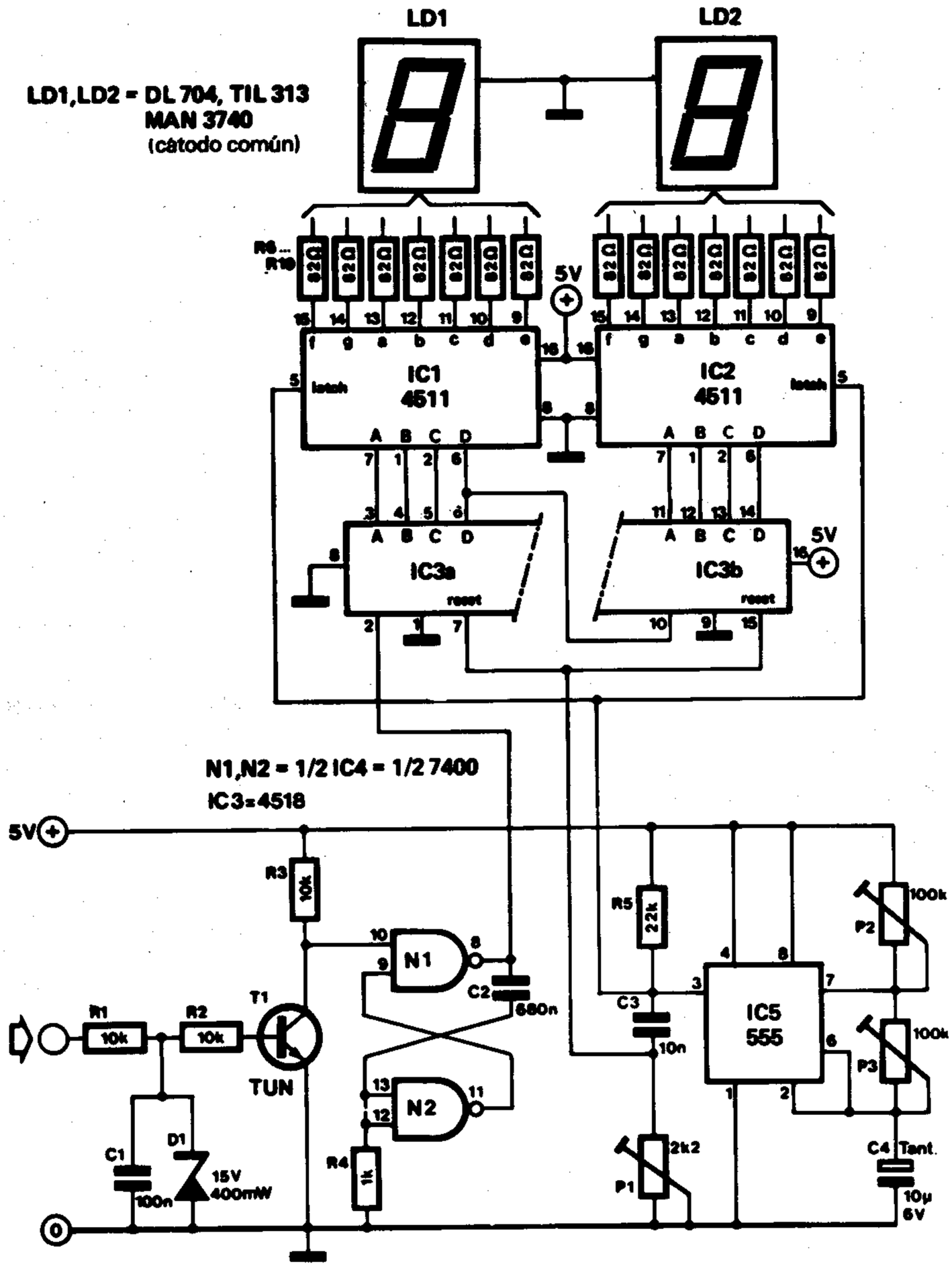
**Semiconductores:**
D1 . . . D5 = 1N4001

**Varios:**
Re = relé de 12V, 100 mA max., con alto poder de corte

# cuenta-vueltas digital

A. Ohde

**En la mayoría de los coches, la velocidad de giro del motor se visualiza mediante un indicador de aguja. Sin embargo, es perfectamente posible (y bastante útil) disponer de una indicación numérica digital de las rpm. El circuito que aquí presentamos, no sólo es sencillo y barato, sino que además es de gran efectividad.**




| Tipo de motor | | Frecuencia del ruptor (en Hz), para un régimen de 6.000 rpm. | Lectura del visualizador para 50 Hz (red) |
|---|---|---|---|
| 1 cil. | 2 tiempos | 100 | 3000 |
| 2 cil. | 2 tiempos | 200 | 1500 |
| 3 cil. | 2 tiempos | 300 | 1000 |
| 1 cil. | 4 tiempos | 50 | 6000 |
| 2 cil. | 4 tiempos | 100 | 3000 |
| 4 cil. | 4 tiempos | 200 | 1500 |
| 6 cil. | 4 tiempos | 300 | 1000 |
| 8 cil. | 4 tiempos | 400 | 750 |

El cuentavueltas que se describe en este artículo proporciona una indicación digital de las rpm. del motor, mediante dos cifras; es decir, la indicación se da en centenas de vueltas por minuto; de modo que una velozidad de giro de 6.000 rpm. se leerá 60. El lector se preguntará por qué sólo se utilizan dos cifras; hay dos razones básicamente. En primer lugar, una precisión superior sería totalmente inútil (en la práctica 6100 rpm. y 6150 rpm. es lo mismo) y aumentaría el precio del montaje sin motivo justificado; la segunda razón es de tipo funcional: sería preciso un período de cuenta mayor, con lo cual el cuentavueltas no registraría las variaciones bruscas del régimen motor.

El circuito es de gran simplicidad. La señal de entrada procedente del ruptor, genera un tren de impulsos, cuya amplitud queda limitada por el diodo zener (D1). El acondicionamiento de los impulsos se realiza mediante el transistor T1 y el monoestable formado por N1 y N2.

IC3 (doble década) cuenta los impulsos del ruptor y entrega una salida BCD a los decodificadores BCD-7 segmentos que son los encargados de atacar a los visualizadores.

La señal de puesta a cero del contador (base de tiempos) y la de control de puerta se obtienen de un temporizador 555 (IC5).

En este circuito existen tres ajustes diferentes. El potenciómetro P1 ajusta la longitud de los impulsos de puesta a cero. En la mayoría de los casos bastará con dejar este potenciómetro a mitad de su recorrido, aunque a veces se consigue una mayor exactitud variando su posición (o sea el lector deberá buscar el punto óptimo).

La frecuencia de control de la puerta, y por consiguiente el período de visualización de cada medida, se ajusta mediante P2. Finalmente, el potenciómetro P3 sirve para calibrar el contador. Para ello, utilizaremos un generador de señales patrón (frecuencias exactas y conocidas),o simplemente la frecuencia de la red (50Hz),que previsiblemente resultará más asequible y por descontado tan precisa o más que la anterior. El ajuste del cuentavueltas se hará para un régimen nominal de 6.000 rpm. Cada motor, dependiendo del número de cilindros y tiempos, enviará a la entrada del circuito un número diferente de impulsos (véase en tabla adjunta las frecuencias del ruptor para un régimen de 6.000 rpm.). El caso más corriente es el de los motores de cuatro cilindros y cuatro tiempos (coches normales), para los cuales se deberá aplicar una señal de 200Hz (obtenida de un generador patrón) a la entrada del circuito y seguidamente se regulará P3 hasta conseguir una lectura del visualizador de 60.

Si no se dispone de un generador patrón, puede utilizarse la frecuencia de red como señal de calibración (tensión de salida de un transformador, de 9V/100mA). En este caso (motor de cuatro cilindros y cuatro tiempos) se ajustará P3 hasta que el visualizador indique la cifra 15 (o sea 1.500 rpm.). En lo que concierne a la última línea de la tabla (8 cilindros, 4 tiempos), la lectura del visualizador debería ser 7,5 con una entrada de 50Hz; sin lo cual no es posible. Para solucionar este problema sin filtrarla, se enviará a la entrada del circuito una señal de 100Hz obtenida rectificando en doble onda la tensión procedente de un transformador de 9V (como en el caso anterior, obviamente, la señal se extraerá del secundario, es decir, de la toma de 9V).

# anti-robo astuto

## ¿quién quiere robar un coche en tan mal estado?

**Existen muchos tipos de anti-robo, pero el que presentamos en este artículo es ciertamente poco usual. Una forma de impedir un robo, es hacer desistir al ladrón de su empeño. Nuestro anti-robo no impide que roben el coche (¡en realidad ninguno puede evitarlo!), lo que hace es defraudar al ladrón, porque ¿quién quiere robar un coche que se para a cada paso?**

Incluso los anti-robos más eficaces presentan un gran inconveniente: su entrada en funcionamiento advierte al ladrón de que el vehículo dispone de un sistema de protección. Si éste es suficientemente tenaz, atrevido e inteligente, le bastará con localizar el sistema de alarma, desconectarlo y marcharse con el vehículo. Es decir, si estamos ante un profesional, entonces «adiós vehículo», pero si sólo desea tomarlo prestado durante algún tiempo, habrá tenido suerte, aunque, en estos casos, se suele encontrar el coche en un estado bastante lamentable. Los sistemas sonoros de alarma fallan igualmente por el mismo sitio; el ladrón espera a que esta se pare, o bien lo desconecta él mismo. Increíble pero cierto, no hay un sistema de anti-robo que sea totalmente eficaz.

El circuito que describimos en este artículo está diseñado para rechazar, tanto a «aficionados» como a ladrones profesionales, suponiendo, claro está, que éstos no utilicen un camión para robar el coche. Por otra parte este sistema presenta la ventaja de hacer su «trabajo» completamente solo, sin molestar a los vecinos ni alterar el silencio nocturno. No es necesario salir corriendo en pijama a media noche, tras nuestro vehículo. Puede usted estar seguro de que el ladrón «de marras» no moverá el coche más que unos metros. ¿Cuál es el principio de un anti-robo tan eficaz? Es sencillo, el motor de su vehículo se comportará tan caprichosamente, como un coche de 20 años con agua en el depósito.

1

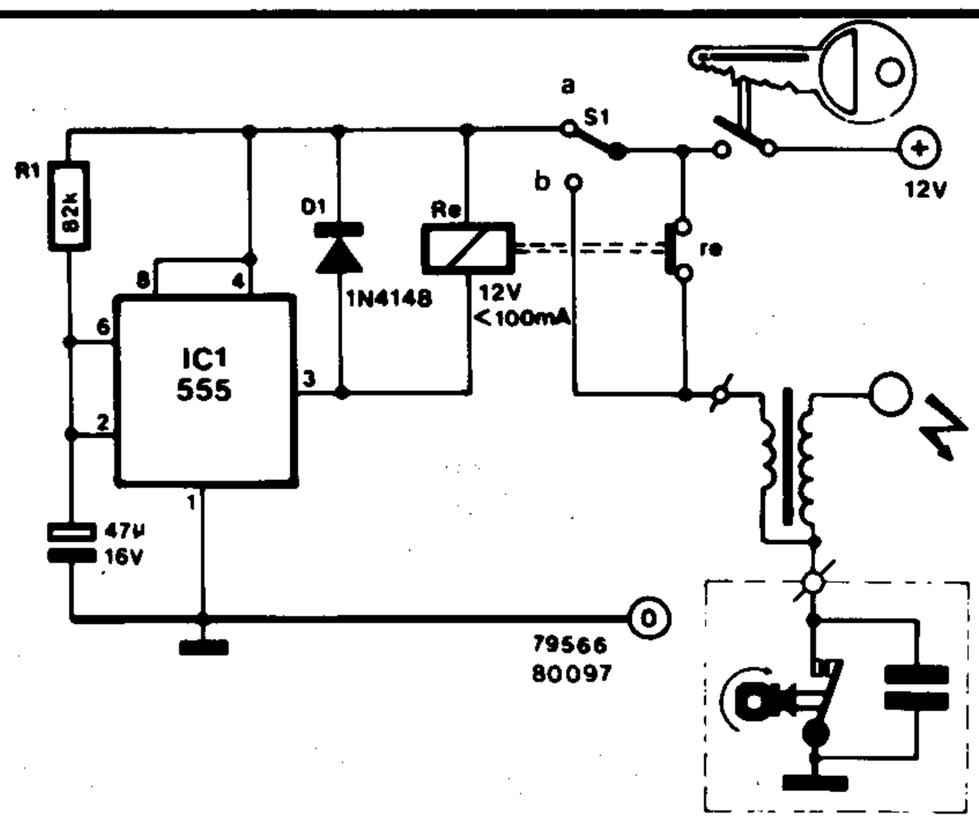



**Figura 1. Solamente 6 componentes constituyen el circuito de anti-robo. ¡Más barato no puede ser!**

## Montaje

Se suprimirá la conexión entre el interruptor de arranque y el polo positivo de la bobina de AT (el que está conectado a +12V de la batería), y se sustituirá por los contactos de un relé (Re). En tanto no se actúe el relé, la bobina de AT quedará conectada al positivo: el motor marcha normalmente. Cuando el relé (Re) recibe tensión, la bobina queda desconectada del positivo de alimentación: no se produce chispa en las bujías, y por tanto el coche no arranca. ¡El motor ha muerto! Para arrancar nuevamente el vehículo, bastará con interrumpir la alimentación del relé Re. El circuito se muestra en la figura 1. S1 es el interruptor que pone en marcha el circuito anti-robo; como es lógico este interruptor debe ser «secreto». Ni que decir tiene que la mejor forma de esconder un interruptor, es colocarlo en un sitio bien visible, por ejemplo en medio del panel de mandos.

Volviendo al circuito propiamente dicho: IC1 es un temporizador 555, que tgrabaja como multivibrador. Desde el momento en que el circuito recibe tensión (S1 en posición a), el multivibrador comienza a generar una onda cuadrada de aproximadamente 0,2Hz, con lo cual se tiene un período de cinco segundos. Después de haber cortocircuitado el interruptor de encendido (lo que se llama «hacer el puente»), el ladrón hace arrancar el motor sin ningún problema, pero cinco segundos más tarde el relé recibe tensión y abre sus circuitos, con lo cual se desconecta la bobina de encendido y el motor se detiene. Algunos segundos después, nuevamente se cierra el circuito de relé y el vehículo vuelve a estar en situación normal, es decir, el ladrón puede realizar otra intentona (aunque 5 segundos más tarde vuelva a pararse otra vez). En resumen, el motor funciona como si no estuviera protegido por ningún anti-robo, sin embargo, se para cada 5 segundos, lo que, desde luego, debe ser totalmente exasperante. Parece normal que en esas circunstancias el ladrón abandone el vehículo para probar suerte con otro coche (con la esperanza de que el dueño de la futura «presa» no sea lector de Elektor).

Obviamente cada lector podrá introducir las modificaciones pertinentes en el circuito (distinto período, más contactos, para las luces, por ejemplo, o incluso varios circuitos). R1 y C1 determinan el período del temporizador, es decir el tiempo durante el cual el motor está en marcha. Un período demasiado corto parecerá sospechoso, y demasiado prolongado obligará a buscar el coche durante largo tiempo a la mañana siguiente.

En la figura 2 se muestra la placa de circuito impreso y la disposición de componentes. Si se quiere incluir el relé en la placa de circuito impreso, éste deberá ser de tipo miniatura, si no es así, habrá que montar el relé fuera de la placa. Es aconsejable elegir un relé de tipo silencioso, o colocar el montaje en una caja insonorizada. Un sospechoso ruido de contactos al pararse el motor puede hacer fracasar a nuestro circuito.

**Resistencias**
R1 = 82 k

**Condensadores**
C1 = 47 μ/16 V

**Semiconductores**
IC1 = NE555 o equivalente
D1 = 1N4148

**Varios**
interruptor de dos posiciones en circuito
relé de 12 V/100 mA con contactos
para gran amperaje

2

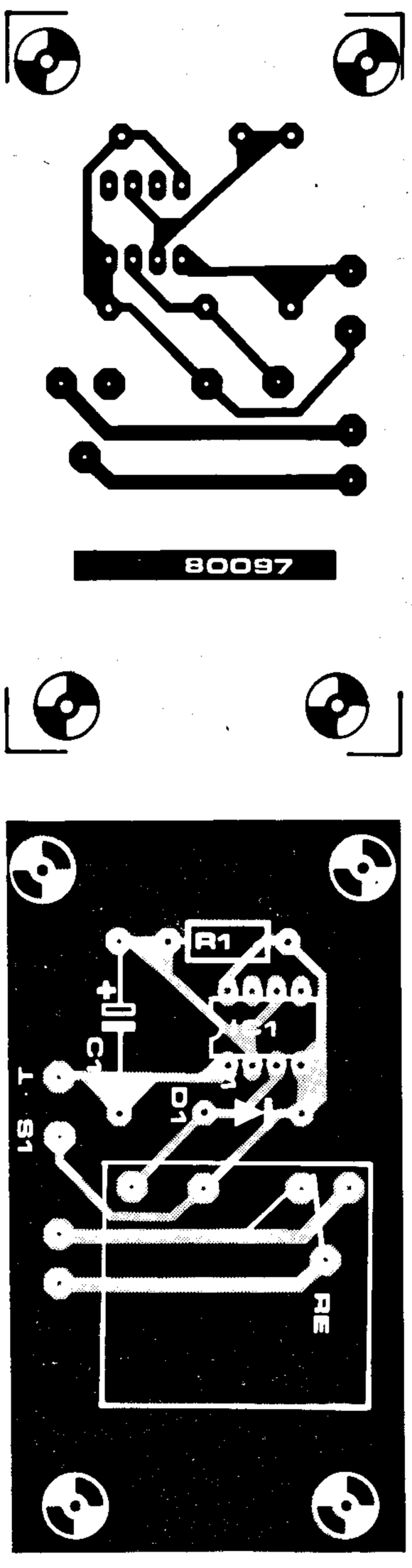



**Figura 2. Circuito impreso y disposición de componentes. Re es un relé de tipo miniatura que se montará en la placa de circuito impreso. La insonorización del circuito es importante.**

Este tema será ampliamente tratado en el segundo libro del Junior Computer (de próxima aparición), sin embargo, anticipándonos a su publicación, «abriremos el apetito» de nuestros lectores con este simple, pero sumamente interesante, programa.
¿Cómo visualizar textos en la pantalla del Junior Computer? Normalmente, los datos y las direcciones se visualizan mediante la subrutina SCANDS del programa monitor, cuya función es la de visualizar un número hexadecimal (Ø...F) en cada dígito de la pantalla. Sin embargo, estas subrutinas no

# visualización de textos en el Junior Computer

**Como sabemos, el visualizador del Junior Computer posee la capacidad para mostrar tanto números como letras (las correspondientes al sistema hexadecimal), sin embargo, no se ha aprovechado hasta el momento la posibilidad de escribir textos en la pantalla del Junior Computer. Para hacerlo, utilizaremos un alfabeto formado por signos de 7 segmentos. De este modo podremos escribir textos que podrán ser de dos tipos: estáticos, y con movimiento. Los primeros tienen una capacidad máxima de 6 letras, y los textos con movimiento admiten hasta 256 caracteres. El movimiento del texto es similar al de los grandes visualizadores empleados en las olimpiadas, auditorios y grandes almacenes.**

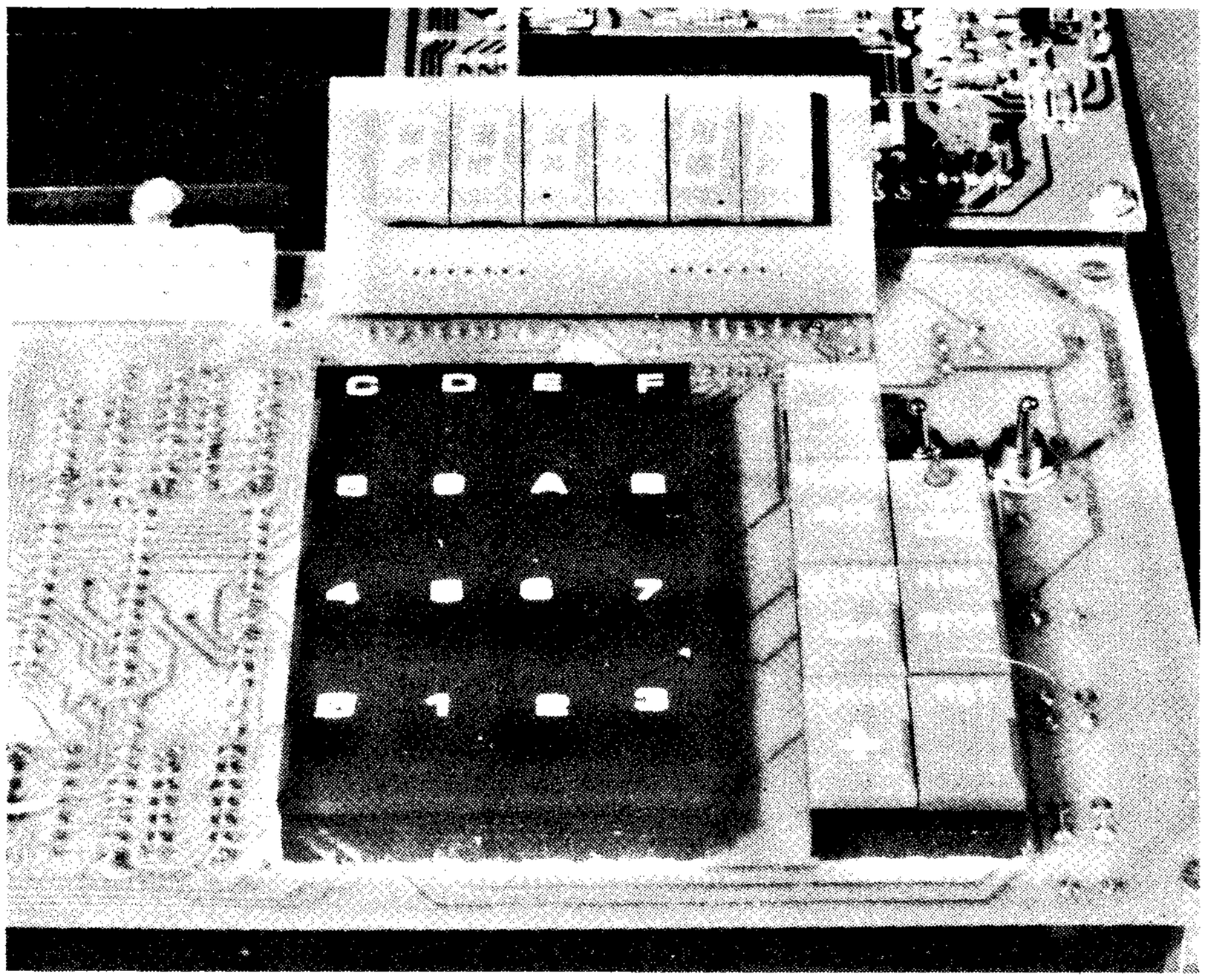
**Basado en una idea de U. Seyffert.**

son adecuadas para visualizar textos. El problema se ha resuelto utilizando la subrutina SHOW, junto con una tabla de datos, en la que están contenidas las informaciones relativas a la disposición de los 7 segmentos (de cada dígito), para cada letra del alfabeto.
En la tabla 1 se muestran los códigos correspondientes a cada letra del alfabeto y algunos de los signos más corrientemente utilizados. Para la realización de esta tabla nos hemos basado en las ideas sugeridas por uno de nuestros lectores. Obviamente, las letras que incluyen líneas diagonales (tal como la K, M, N, U. V, W, X e Y) habrán de ser adaptadas al visualizador del Junior Computer (segmentos verticales u horizontales). La experiencia nos ha demostrado que el ojo y el cerebro, rápidamente se acostumbran a este nuevo formato de escritura.
A continuación examinaremos un pequeño programa que nos permitirá visualizar, en modo permanente, una palabra de 6 letras. Al igual que se muestra en la portada de la revista n.° 6 y del libro «Junior Computer», utilizaremos como ejemplo la palabra «Junior». El listado del programa JUNIOR se muestra en la figura 2.
En esta tabla la subrutina SHOWDS es la propia subrutina SHOW con algunas ligeras modificaciones. La tabla de datos que contiene la información relativa a los caracteres visualizados se denomina TXT (tabla de textos). El registro índice «Y» trabaja como contador y como índice de textos. El valor contenido en el registro «Y» varía entre ØØ y Ø5 y actúa como registro índice para los caracteres visualizados. Si tras una instrucción INY, el registro índice «Y» alcanza la cifra Ø6, el valor de este registro pasará a ser ØØ (salto a la subrutina DISM-

**Table 1.**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 40 | E | 06 | o | 23 |
| 1 | 79 | e | 04 | P | 6C |
| 2 | 24 | F | 0E | q | 18 |
| 3 | 30 | G | 42 | r | 2F |
| 4 | 19 | g (9) | 10 | S | 52 |
| 5 | 12 | H | 09 | S (5) | 12 |
| 6 | 02 | h | 0B | t | 07 |
| 7 | 78 | i | 7A | u | 63 |
| 8 | 00 | i | 6F | V | 41 |
| 9 | 10 | j | 72 | W | 01 |
| A | 08 | K | 0A | X | 36 |
| a | 20 | L | 47 | Y | 11 |
| b | 03 | l | 4F | Z | 64 |
| C | 46 | M | 48 | — | 3F |
| c | 27 | n | 2B | = | 37 |
| d | 21 | 0 (0) | 40 | sp | 7F |

**Tabla 1. Código de las letras del alfabeto y signos más utilizados**



PX para comenzar otra vuelta). Durante el desarrollo de la subrutina SHOWDS, el registro «Y» contiene el valor del período de tiempo que cada dígito debe permanecer en pantalla. Por esta razón, el valor previo contenido en el registro «Y» (contador del visualizador/índice de textos) debe ser salvaguardado en la dirección TEMPY (0004), antes de producirse la bifurcación a la subrutina SHOWDS.
El registro índice «X» desempeña una función similar a la que cumplía en la subrutina SHOW: esta funciona como interruptor de los dígitos de pantalla, a través de la puerta B (registro de datos). En otras palabras la información contenida en el registro X (08, 0A, 0C, 0E, 10 y 12, consecutivamente) llega al registro de datos de la puerta B para pasar, secuencialmente, a cada uno de los dígitos del visualizador.

## Textos en movimiento

El poder visualizar textos estáticos en la pantalla del Junior Computer es una buena cosa; sin embargo, puede llegar a resultar monótono ya que la máxima longitud permitida de los mismos es de 6 letras. Este problema nos hace desear una segunda posibilidad, que consistiría en actualizar el visualizador cada cierto período de tiempo. De esta forma podrían escribirse largos textos en lugar de simples palabras de 6 letras. Para llevar a cabo esta tarea nos auxiliaremos del programa JUNTXT mostrado en

**Tabla 2. Listado del programa para visualizar (estáticamente) la palabra «JUNIOR»**

```
JUNIOR   0200   A9 7F        LDA # 7F
         0202   8D 81 1A     STA-PADD      PA0...PA6 son las salidas
DISMPX   0205   A2 08        LDX # 08      comienzo desde Di1
         0207   A0 00        LDY # 00      contador de visualizador «Y» = 00
ONEDIS   0209   84 04        STYZ-TEMPY    memorizar el contador del visualizador
         020B   20 17 02     JSR-SHOWDS    visualiza primer/último carácter
         020E   A4 04        LDYZ-TEMPY    salvaguardar el contador del visualizador
         0210   C8           INY           incrementa el contador del visualizador
         0211   C0 06        CPY # 06      ¿se han llenado los 6 dígitos?
         0213   F0 F0        BEQ DISMPX    en caso afirmativo, comienza de nuevo
         0215   D0 F2        BNE ONEDIS    si no, llena el siguiente dígito
SHOWDS   0217   B9 30 02     LDA-TXT, Y    carga el código de los 7 segmentos
         021A   8D 80 1A     STA-PAD       lleva al código de los segmentos a la puerta A
         021D   8E 82 1A     STX-PBD       enciende el visualizador
         0220   A0 7F        LDY # 7F
DELAY    0222   88           DEY           } efectúa un retraso cuando
         0223   10 FD        BPL DELAY     } Y = FF (borrado) por la puerta A
         0225   8C 80 1A     STY-PAD
         0228   A0 06        LDY # 06      apaga el visualizador
         022A   8C 82 1A     STY-PBD
         022D   E8           INX
         022E   E8           INX
         022F   60           RTS
TXT      0230   61           "J"           tabla de texto
         0231   63           "u"           Y = índice de textos
         0232   2B           "n"           (Y = 00...05)
         0233   6F           "i"
         0234   23           "o"
         0235   2F           "r"
```

**Tabla 3. Listado del programa JUNTXT para visualizar textos en movimiento**

```
JUNTXT  0200  A9 7F      LDA # 7F
        0202  8D 81 1A   STA-PADD      PA0...PA6 son las salidas
        0205  A5 00      LDAZ-NUM      carga el contenido de NUM (0000)
        0207  38         SEC           en el acumulador C = 1
        0208  E9 05      SBC # 05
        020A  85 02      STAZ-NUMCOR   NUMCOR = NUM menos 05
BEGIN   020C  A9 00      LDA # 00
        020E  85 01      STAZ-NUMVAR   primer texto del visualizador
DSTIME  0210  A9 6F      LDA # 6F
        0212  85 03      STAZ-DISCNT   determina el tiempo de permanencia del texto
DISMPX  0214  A2 08      LDX # 08      comenzar desde Di1
        0216  A0 00      LDY # 00      contador del visualizador
ONEDIS  0218  84 04      STYZ-TEMPY    almacena el contenido del visualizador
        021A  98         TYA           carga Y en el acumulador
        021B  18         CLC           C = 0
        021C  65 01      ADCZ-NUMVAR   A ←Y + (0001)
        021E  A8         TAY           carga el acumulador en Y
        021F  20 39 02   JSR-SHOWDS    visualiza primer/último carácter
        0222  A4 04      LDYZ-TEMPY    salvaguarda el contenido del contador del visualizador
        0224  C8         INY           incrementa el contador del visualizador
        0225  C0 06      CPY # 06      ¿se han llenado los 6 dígitos?
        0227  F0 02      BEQ TMECHK    en caso afirmativo, inicia el período de comprobación
        0229  D0 ED      BNE ONEDIS    si no, llena el siguiente dígito
TMECHK  022B  C6 03      DECZ-DISCNT   ¿ha transcurrido ya el período?
        022D  D0 E5      BNE DISMPX    si no, repite el texto actual
        022F  E6 01      INCZ-NUMVAR   en caso afirmativo, cambia de texto
        0231  A5 02      LDAZ-NUMCOR
        0233  C5 01      CMPZ-NUMVAR   ¿es el final del texto?
        0235  B0 D9      BCS DSTIME    si no, visualiza el siguiente texto
        0237  90 D3      BCC BEGIN     en caso afirmativo, comienza de nuevo
SHOWDS  0239  B9 00 03   LDA-TXT, Y
        023C  8D 80 1A   STA-PAD
        023F  8E 82 1A   STX-PBD
        0242  A0 7F      LDY # 7F
DELAY   0244  88         DEY           ver el programa «JUNIOR»
        0245  10 FD      BPL DELAY     que aparece en la Tabla 2.
        0247  8C 80 1A   STY-PAD       Los datos del texto se encontrarán
        024A  A0 06      LDY # 06      en la Tabla 4 (TXT = 0300)
        024C  8C 82 1A   STY-PBD       Indice de textos = Y + el valor de NUMVAR
        024F  E8         INX
        0250  E8         INX
        0251  60         RTS
```

la figura 3. Su funcionamiento es muy parecido al programa utilizado para visualizar textos estáticos. En realidad se trata de una versión ampliada del programa JUNIOR (tabla 2). En este programa se utilizará la totalidad de la página 03 para memorizar los datos del texto; es decir, 256 caracteres (de momento, más que suficiente para la versión base del Junior).

Nuevamente, este programa emplea la subrutina SHOWDIS, pero a diferencia del anterior, la tabla de textos TXT se sitúa a partir de la dirección 0300. En este caso el registro «Y» se emplea únicamente como contador del visualizador, y no como índice de textos. Por otra parte la porción de texto a visualizar se calcula sumando el valor instantáneo del registro «Y» con el contenido de la dirección NUMVAR (0001). El valor contenido en NUMVAR será el mismo durante el tiempo que un texto permanece en el visualizador (este período de tiempo puede variarse cambiando el dato contenido en la dirección 0211). Tan pronto concluya este período de tiempo, el contenido de la dirección NUMVAR se incrementará en una unidad, con lo cual la línea completa de textos se desplaza un lugar hacia la izquierda, haciendo aparecer una nueva letra en el dígito de la derecha. Cuando el contenido de NUMVAR sea mayor que el de la dirección NUMCOR, se volverá nuevamente al principio, pudiendo así visualizar completamente el texto. Esto se debe a que el contenido de NUMCOR es de 05 unidades menor que el valor de la dirección NUM. El byte de orden inferior, perteneciente al último byte utilizado en la tabla de textos, deberá almacenarse en la dirección 0000 (NUM). En otras palabras, si el último carácter de la tabla de textos se ha almacenado en la dirección 0332, deberá memorizarse el valor 32 en la dirección 0000 (NUM).

En la figura 4 se da un pequeño ejemplo de texto que pondrá de manifiesto la utilidad del programa JUNTXT (Tabla 3). El texto contiene un mensaje para todos los lectores de Elektor que sigan la serie de artículos dedicados al Junior Computer. Como medida de precaución se deberán llenar los 6 últimos espacios de cada texto con «blancos» (código 7F) para evitar confusiones entre el principio y fin de dos mensajes.

**Tabla 4. ¡El Junior computer tiene un mensaje para Usted!**

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | A | B | C | D | E | F |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0300 | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 7F | 09 | 40 | 47 | 08 | 7F | 47 | 06 | 7F | 09 | 08 |
| 0310 | 03 | 4F | 08 | 7F | 06 | 47 | 7F | 61 | 63 | 2B | 6F | 40 | 2F | 7F | 52 | 7A |
| 0320 | 7F | 09 | 08 | 7F | 52 | 7A | 21 | 40 | 7F | 46 | 08 | 0C | 08 | 64 | 7F | 21 |
| 0330 | 06 | 7F | 47 | 47 | 06 | 10 | 08 | 7F | 09 | 08 | 52 | 07 | 08 | 7F | 08 | 18 |
| 0340 | 63 | 7A | 7F | 06 | 12 | 08 | 06 | 7F | 06 | 52 | 7F | 52 | 63 | 7F | 48 | 74 |
| 0350 | 27 | 2F | 23 | 27 | 23 | 48 | 0C | 63 | 07 | 20 | 21 | 23 | 2F | 7F | 7F | 7F |

0000 (NUM) = 5F

# los vocoders hoy




## ha llegado la música que habla

F. Visser

**El interés por los vocoders no deja de aumentar día a día, esto es especialmente cierto con los vocoders musicales: el número de fabricantes y el número de modelos parecen seguir un crecimiento exponencial cuyo fin no es previsible.**
**Unos meses después de haber hablado por primera vez de los vocoders volvemos sobre el tema con la mirada puesta en el objetivo final de presentar un circuito completo de vocoder, que nuestros lectores puedan construir ellos mismos. En primer lugar sin embargo vamos a examinar el conjunto de los orígenes y los principios básicos de los vocoders, para que todos sepamos de qué estamos hablando. En otro número de Elektor hablaremos de la circuitería.**

De hecho no es sorprendente que los vocoders hayan suscitado tanto interés en tan poco tiempo. En el curso de los últimos años la música pop es un campo en el que todos los efectos producidos sintéticamente producen una admiración creciente. Si a esto se le añade el atractivo innegable que ejerce la posibilidad de producir artificialmente palabras (lo cual no constituye ninguna novedad, ya que lleva siglos intentándose), nos encontramos con dos sólidos argumentos en favor de los vocoders.

## Un poco de historia

Aunque la producción sintética de la palabra no es el objetivo principal de un vocoder, no es menos cierto que las primeras experiencias realizadas en esta dirección se encuentran ligadas a los principios de la historia del vocoder.
El primero en obtener resultados positivos en este campo fue un cierto Von Kempelen. Alrededor del año 1790 construyó una complicada máquina formada por un impresionante conjunto de fuelles, membranas, resonadores y tubos, la cual, por increíble que pueda parecer, emitía sonidos muy similares a la voz humana.
A principios de nuestro siglo, Stewart consiguió construir el primer sintetizador electrónico de sonidos vocales elementales. El aparato inspiró a Homer Dukley que trabajaba en los laboratorios de la firma Bell System en los Estados Unidos: su invento fue patentado en 1936. Su analizador/sintetizador de la palabra fue bautizado con el nombre de Vocoder (nombre resultante de la contracción de «VOice enCODER-decoder»). El aparato tenía como fin transmitir la palabra hablada, en la banda más estrecha posible, por medio de una línea de transmisión. En otras palabras, se trataba de un problema de telecomunicaciones. Como no podía ser menos los militares manifestaron un gran interés por el nuevo dispositivo. Este no sólo presentaba la ventaja de utilizar una banda de transmisión estrecha, sino que además ofrecía la posibilidad de codificar los mensajes.
De modo similar a como ocurrió con el ordenador, el vocoder se reveló como un dispositivo electrónico susceptible de excitar la curiosidad del público. Esto es lo que destaca de la manera en la que el invento del Homer Dudley se ha extendido en campos tan diferentes.
En 1950 se realizó la primera grabación en disco «el piano que habla», fue realmente la primera aplicación musical de los vocoders. El título del disco era «Sparky», su efecto fue extraordinario si tenemos en cuenta que por aquellos años este arte estaba en sus comienzos. Sin embargo, no se le otorgó ninguna mención especial, simplemente se aceptó que se trataba de otro subproducto de esta extraña ciencia que es la electrónica. Esta acogida tan despreocupada fue todavía más general cuando Radio Luxemburgo lanzó por primera vez su célebre melodía publicitaria y se repitió

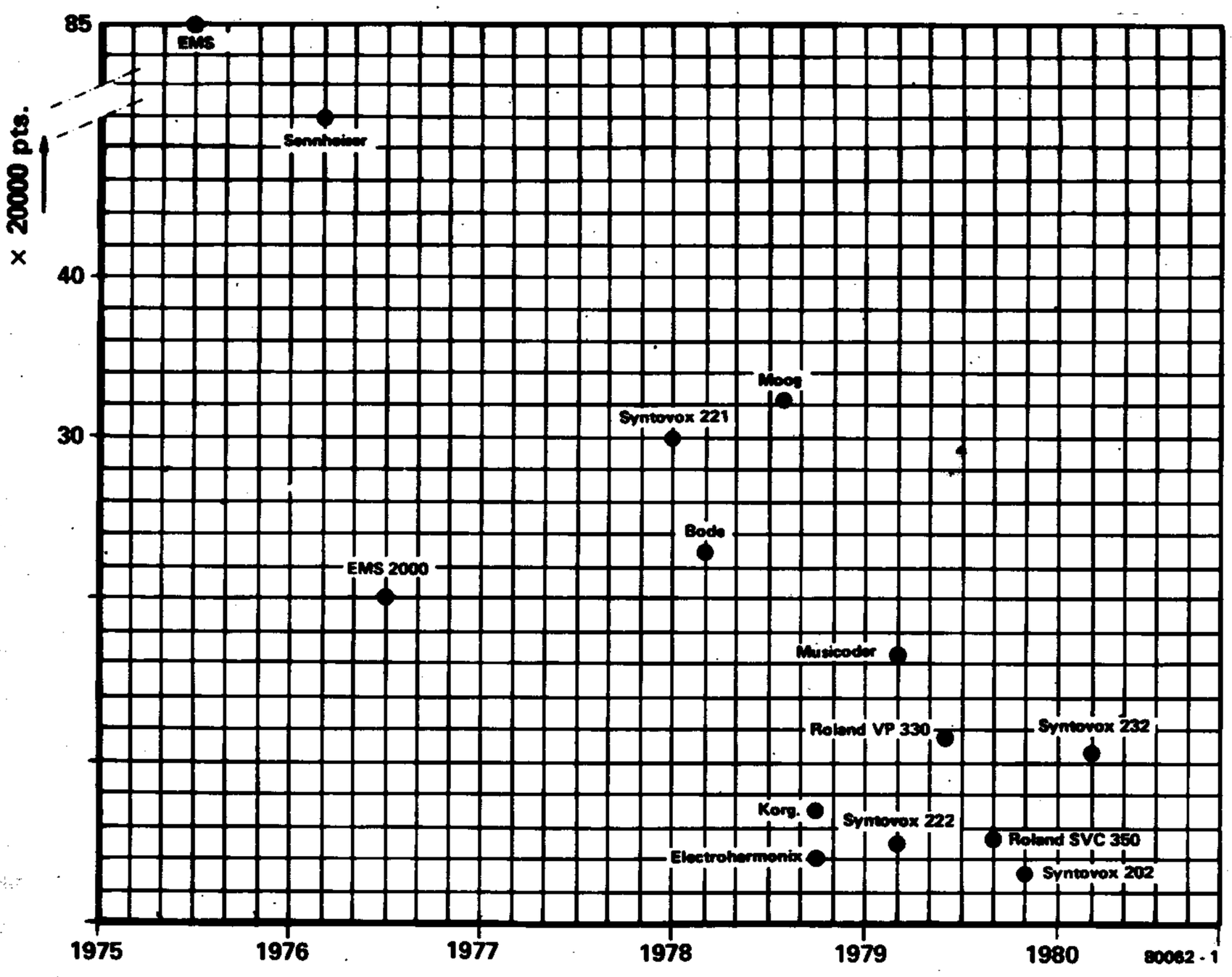



**Figura 1. El crecimiento casi explosivo en los últimos años de tipos y el descenso de los precios quedan ampliamente ilustrados en esta figura.**

cuando los Beatles utilizaron un vocoder EMI para producir ciertos efectos extraordinariamente sofisticados.
Hubo que esperar hasta 1975 para que el misterio que rodeaba a los vocoders empezara a disiparse. Hasta ese momento sólo se habían utilizado en algunos laboratorios importantes (Bell, Siemens, EMI, Philips, Sennheiser). la razón es muy sencilla: algunos de estos vocoders eran tan grandes que ocupaban ellos solos una habitación..
Puede ser interesante comparar la evolución del voceder con la del ordenador. En sus orígenes se considera a este último como una máquina temible y extraordinariamente potente. Hace sólo 25 años se creía que bastaba con 2 ordenadores para cubrir las necesidades de los Estados Unidos: uno instalado en la costa Este y otro en la costa Oeste. En realidad hoy nos estamos acercando rápidamente al momento en que se podrá encontrar un ordenador en cada hogar. No es demasiado verosímil que la difusión del vocoder llegue a estos extremos. Sin embargo, y de un modo semejante a los inventos calificados de revolucionarios (ferrocarril, automóvil, ordenador, sintetizador de música electrónica, etc.), su difusión será con toda probabilidad superior a la prevista en un principio. El análisis, la síntesis y la identificación de la palabra, las entradas y salidas habladas para los sistemas de ordenador, así como las aplicaciones en música electrónica son algunos de los campos en los que se utiliza el vocoder, sin que se haya encontrado todavía un límite a sus posibilidades.

## Los aparatos del mercado

Como ya hemos dicho, 1975 puede considerarse como un año sobresaliente en la historia del vocoder. En estos años un constructor británico de sintetizadores de música y de otros equipos especializados del mismo género, presentó un vocoder diseñado por Tim Orr. La firma EMS era ya conocida por su sentido del porvenir; era uno de los líderes en el campo de la música electrónica y fue la primera en lanzar un instrumento totalmente nuevo, el vocoder.
No entra dentro de los propósitos de este artículo analizar la filosofía de marketing adoptada por cada uno de los constructores actuales de vocoders. Un solo ejemplo bastará para mostrar la confusión y las dudas existentes, tanto de parte de los fabricantes como de los músicos, y que no han cesado de producirse desde que apareció el primer vocoder de la firma EMS.

| | Precio aproximado (sin impuestos) |
|---|---|
| Bode Vocoder | 460.000 pts. |
| Electroharmonix | 80.000 pts. |
| EMS Vocoder | 1.700.000 pts. |
| EMS 2000 Vocoder | 400.000 pts. |
| EMS 1000 Vocoder | 190.000 pts. |
| Korg Vocoder | 150.000 pts. |
| Moog Vocoder | 620.000 pts. |
| Musicoder | 325.000 pts. |
| Roland VP 330 | 230.000 pts. |
| Roland SVC 350 | 100.000 pts. |
| Sennheiser VSM 201 | 1.000.000 pts. |
| Syntovox 221 | 590.000 pts. |
| Syntovox 222 | 100.000 pts. |
| Syntovox 232 | 210.000 pts. |
| Syntovox 202 | 60.000 pts. |

**Tabla 1. Lista de vocoders existentes actualmente, con su precio aproximado.**

**El doctor Robert A. Moog que fue el padre del primer sintetizador de música, fue también el primero en construir un vocoder de vías en 1970. El aparato estaba compuesto por múltiples filtros, detectores de envolvente y amplificadores controlados por tensión.**
Fue utilizado para la adaptación de una coral de Beethoven, interpretada por Walter Carlos, en la película «La Naranja Mecánica». Parece que en esta época Moog no supo entrever el menor porvenir comercial para una versión más práctica de su aparato. Fue necesario esperar a la aparición del vocoder tremendamente costoso de EMS, para que otros constructores (Sennheiser, Synton, Bode) se interesarán por él. Esto obligó a Moog a hacer frente a la realidad: su amplia gama de productos resultaba incompleta si no incluía un vocoder. Como resultado el vocoder Moog actualmente disponible no es de su propia concepción, sino que se fabrica bajo licencia. Los derechos son propiedad de Harald Bode, el cual por otra parte ha lanzado al mercado, hace ya algún tiempo, su propio vocoder personal.
La competencia y caída de precios que han tenido lugar a partir de 1975 destacan claramente en el estudio representado por la figura 1; sobresale el hecho de que en el curso de los dos últimos años no transcurren más de algunos meses sin que aparezcan nuevos constructores o nuevos modelos. Nuestros lectores podrán encontrar una lista orientativa y aproximada de precios y de equipos existentes en la tabla 1.

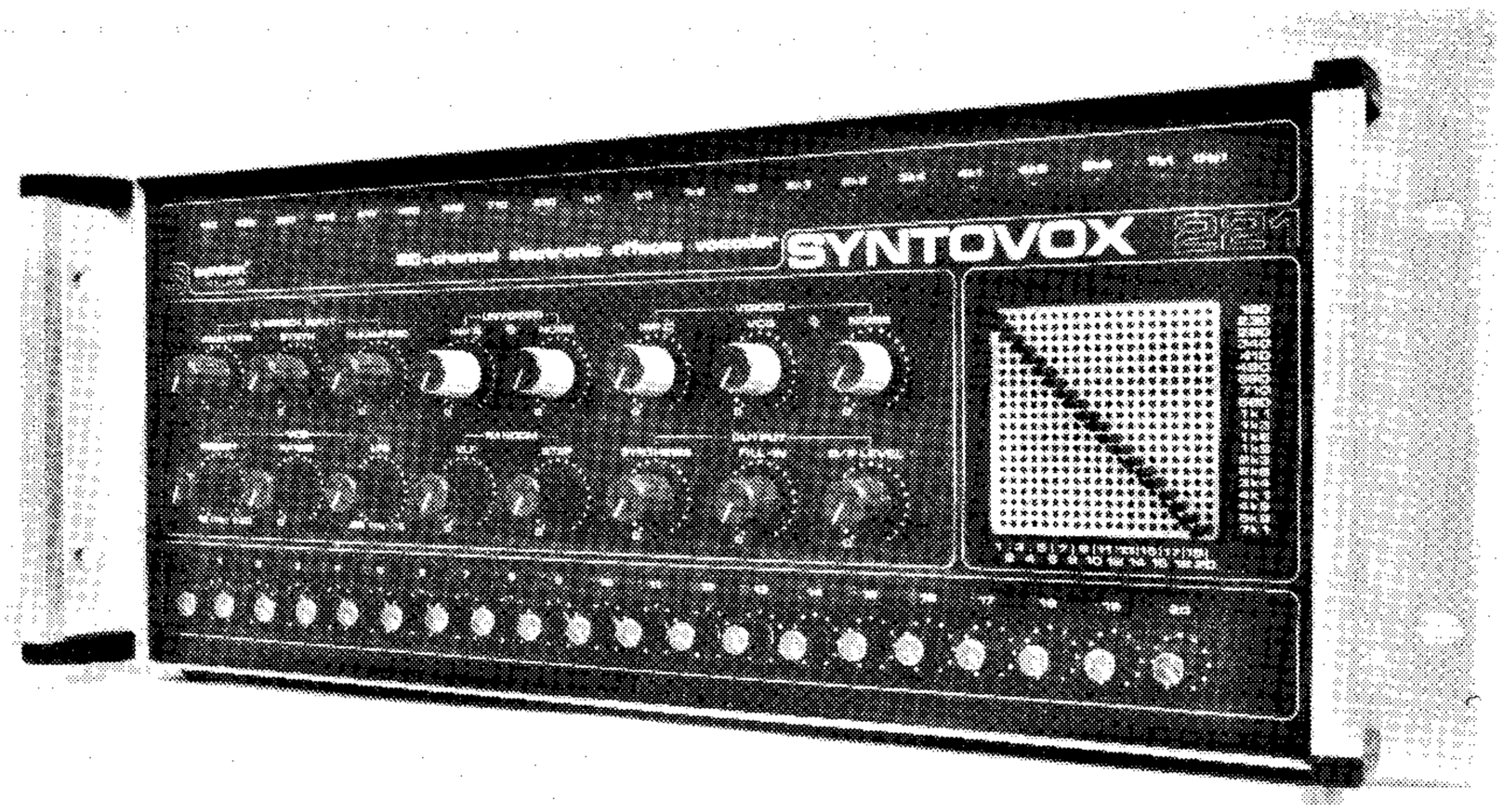
## Aplicaciones

Los primeros vocoders de gran tamaño que aparecieron en el mercado (EMS Vocoder, Sennheiser VSM 201, Syntovox 221) estaban situados en el extremo superior de la escala de mercado. Su precio era elevado. Muy por encima de los medios económicos de los músicos o incluso de un pequeño auditorio, y por otra parte tan complicados de manejar que era difícil conseguir un alto nivel de perfección artística. Por ello su utilización estaba limitada a estudios de grabación importantes, emisoras de radio, estudios cinematográficos y algunos grupos pop célebres, así como a algunos compositores que tenían su propio estudio de grabación. Por otra parte conviene señalar que este sistema, que se caracterizaba por una buena inteligibilidad y precisión vocal, constituía un excelente medio para realizar investigaciones sobre la palabra.
Quedaba sin explotar un importante mercado potencial: el de los músicos y de los grupos siempre al acecho de un nuevo efecto y de un nuevo sonido. Sólo faltaba un precursor que presentara un vocoder de precio accesible al músico medio. Sin embargo, y contra todo pronóstico, éste no apareció.
En noviembre de 1978 el constructor americano Electroharmonix, presentó un vocoder con un precio de unos 800 dólares, con motivo de una exposición de la Audio Ingeneering Society de Nueva York. Un fabricante japonés (Korg) exponía también un vocoder pero su precio era mucho más elevado. Según todas las apariencias los dos instrumentos fueron construidos muy rápidamente y los servicios comerciales de ambas firmas se encontraron de repente ante

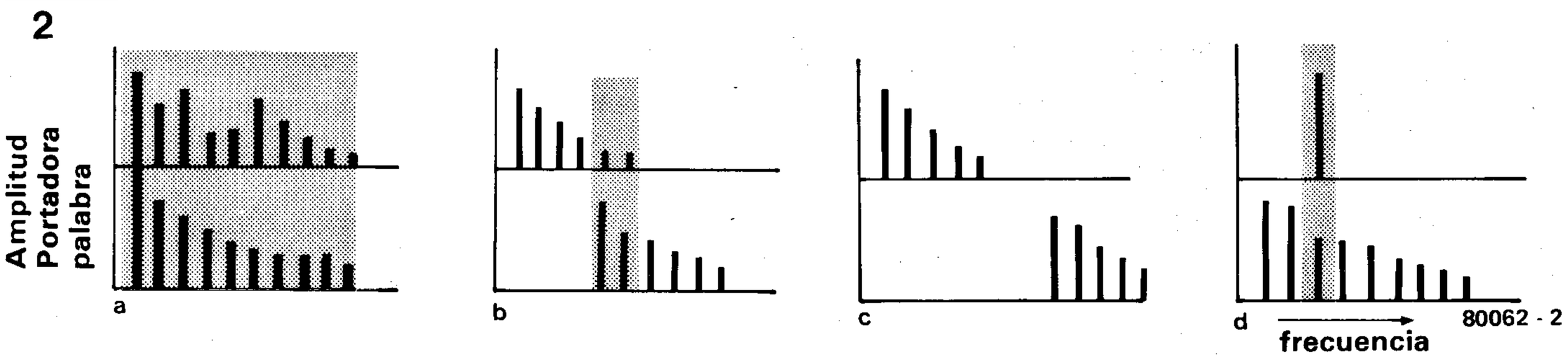
la obligación de presentar las características de unos aparatos extraordinariamente complejos a una importante masa de compradores potenciales. Como circunstancia agravante las pocas personas que tenían un cierto conocimiento del material, perdieron la conciencia de la amplitud de sus posibildades y limitaron su interés a la producción de «la música que habla».
Existe también un campo muy diferente de aplicación para el vocoder: el aprendizaje de la lengua hablada por parte de los minusválidos, ya que este instrumento es capaz de emitir sonidos vocales e incluso palabras completas que pueden servir de modelo para la persona que está aprendiendo a hablar qûe, de este modo, puede comparar sus tentativas con los sonidos originales producidos por el vocoder.
Cabe también la posibilidad de realizar «entrenamientos de expresión». La modificación de ciertos sonidos mediante la emisión de otras sonoridades vocales, se ha revelado muy a menudo con efectos muy benéficos para los participantes en este tipo de terapia de grupo. Los resultados más interesantes, e incluso más divertidos, se obtienen cuando un individuo se sobrepone a sus inhibiciones iniciales frente a un grupo de sus semejantes.

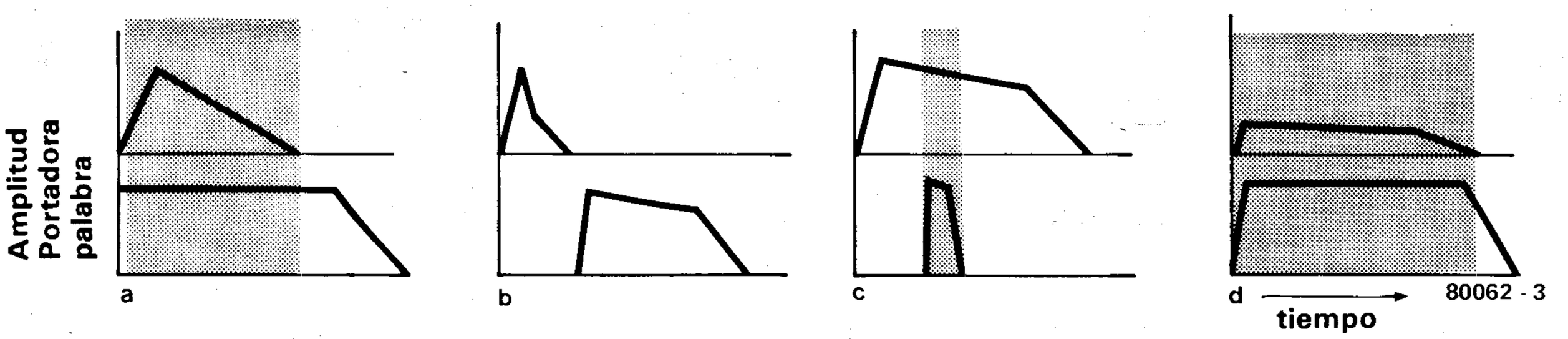
## Aplicaciones musicales

Mediante el vocoder es posible superponer características fónicas al sonido de un instrumento musical (Electric Light Orchestra, herbie hancock) o cualquier otro sonido básico. Pero hay más, es posible por ejemplo realizar la modificación del timbre de un sonido superponiéndole por ejemplo una coloración vocal.
Es preciso tener en cuenta ciertas limitaciones aunque éstas no son demasiado numerosas. Existen dos elementos particulares que limitan la elección de las fuentes sonoras. En primer lugar es esencial que los dos sonidos se emitan simultáneamente: la «vocodificación» se realiza «en vivo». Y por tanto los dos espectros sonoros deben superponerse en la medida de lo posible, en las figuras 2 y 3 se muestran algunos ejemplos.
Las posibilidades del vocoder no se limitan únicamente a la coloración del timbre de un instrumento musical, si no que la potencia de la señal resultante queda igualmente determinada por la de la señal vocal. De hecho este es un aspecto extremadamente útil. El tiempo de ataque y el primer tiempo de caída de una sonoridad musical pueden ser modificados sencillamente cantando más o menos fuerte: los instrumentos que normalmente tienen un ataque relativamente lento pueden hacerse más percutientes vocalizando el efecto «explosivo» deseado.
Los acordes tocados en un órgano, en un sintetizador polifónico o por un conjunto de violines pueden ser coloreados y rítmicamente articulados, cantando breves notas de la altura de sonido deseada. Es fácil de entender que todo esto requiere una cierta práctica. Los efectos musicales que se pueden obtener de un vocoder, dependen totalmente de la capacidad vocal y pulmonar del intérprete.
En lo que se refiere a sus aplicaciones musicales, se puede considerar al vocoder como una especie de interface entre el intérprete y el instrumento musical, se trata por tanto de un auxiliar ideal para todos aquellos músicos que quieren caracterizarse por un timbre personal que sea la «firma exclusiva» de su interpretación. El músico dispone de un útil de trabajo «en tiempo re-




2




**Figuras 2 y 3. Las dos señales de entrada de vocoder «portadora» y «palabra» deben tener espectros de frecuencia que se superpongan en la medida de lo posible (fig. 2). Además deben producirse más o menos simultáneamente (fig. 3). Cuanto más se superpongan mejor será el efecto. Las figuras 2a y 3a muestran una concordancia correcta de tiempo y frecuencias; las figuras c y d son todavía aceptables. Consideradas en conjunto las figuras 2b y 3b no darán ningún resultado a causa de la discrepancia de tiempos y lo mismo sucede con las frecuencias 2c y 3c debido a la falta de concordancia de las frecuencias.**

al», que puede utilizar para modificar instantáneamente toda la estructura tonal mientras está interpretando. De este modo puede hacer que su sonido sea más ronco, más dulce, más percutiente, etc. El resultado es perceptible inmediatamente, de modo que se establece una especie de realimentación entre el músico, que puede oír lo que está interpretando, y el instrumento que está tocando, lo que le permite modificar el control vocal que está realizando en función del efecto deseado. En la medida en que se trata de «tocar» el vocoder, los resultados son semejantes a los que se obtienen tocando un instrumento tradicional, tales como la suavidad al tocar las teclas de un piano o la aplicación precisa de los labios en la embocadura de un instrumento de viento: en estos casos el resultado final está condicionado por un mecanismo de realimentación muy similar. Desde este punto de vista es preciso observar que este efecto es prácticamente inexistente cuando se trata de tocar cualquier otro instrumento electrónico ya que la programación, los ajustes, los parámetros, sólo pueden modificarse mediante un control manual o un pedal independiente. Estos tipos de control no se prestan para inflexiones tan inmediatas y precisas de la tonalidad de sonido con la consecuencia de que es difícil para el músico, obtener exactamente el efecto deseado.

## Diseño de un vocoder

No es precisamente una tontería la empresa de concebir y realizar un vocoder de modo que sea susceptible de pasar al estado de producción. Antes de llegar a este punto nos detendremos un poco más en los principios básicos implicados. Invitamos a nuestros lectores a repasar los artículos dedicados a los vocoder que fueron publicados en el número 8 de Elektor (enero 1981), en los cuales se desarrollaba ampliamente este tema. Aquí nos limitaremos a una breve explicación.

Básicamente un vocoder se compone de 2 grupos de filtros idénticos; uno de ellos se utiliza para dividir el espectro vocal en un cierto número de bandas y frecuencias distintas y muy estrechas. De cada una de estas bandas se deriva una tensión empleada para controlar al otro grupo de filtros que se utiliza para reconstruir el espectro fónico. A primera vista puede parecer un poco inútil utilizar la palabra para rehacer la palabra, pero aquí lo fundamental reside en el hecho de que al segundo grupo de filtros se le aplica una señal de entrada totalmente distinta que se utilizará como base para la reconstrucción de la palabra. El primer grupo de filtros constituye la sección denominada *analizador* mientras que la segunda se la denomina *sintetizador*. La señal aplicada a la entrada del sintetizador se denomina *portadora*, de *excitación* o de *reposición*.

Como indica el esquema sinóptico de la figura 4 la sección analizadora es esencialmente semejante a un ecualizador gráfico, pero con una diferencia importante: las señales de salida de los distintos filtros no se suman. Cada filtro está provisto de su propio rectificador y de un filtro pasa-bajo, el conjunto de estos últimos constituye un seguidor de envolvente. De este modo una señal fónica se convierte en un conjunto de tensiones de control ($U_c$) que controla la sección sintetizadora. El segundo grupo de filtros que forman la sección sintetizadora se parece también a un ecualizador gráfico (figura 5). En este caso cada uno de los filtros está seguido por un amplificador controlado por tensión y las salidas de estos VCA se suman para formar la señal de salida final. Este sistema, en su forma más sencilla, parece cumplir con todas las condiciones necesarias para la realización de un vocoder. Sin embargo casi con toda probabilidad los resultados que se obtendrían se parecerían poco al instrumento deseado, presentándose, además, una ausencia importante de inteligibilidad y dinámica.

4

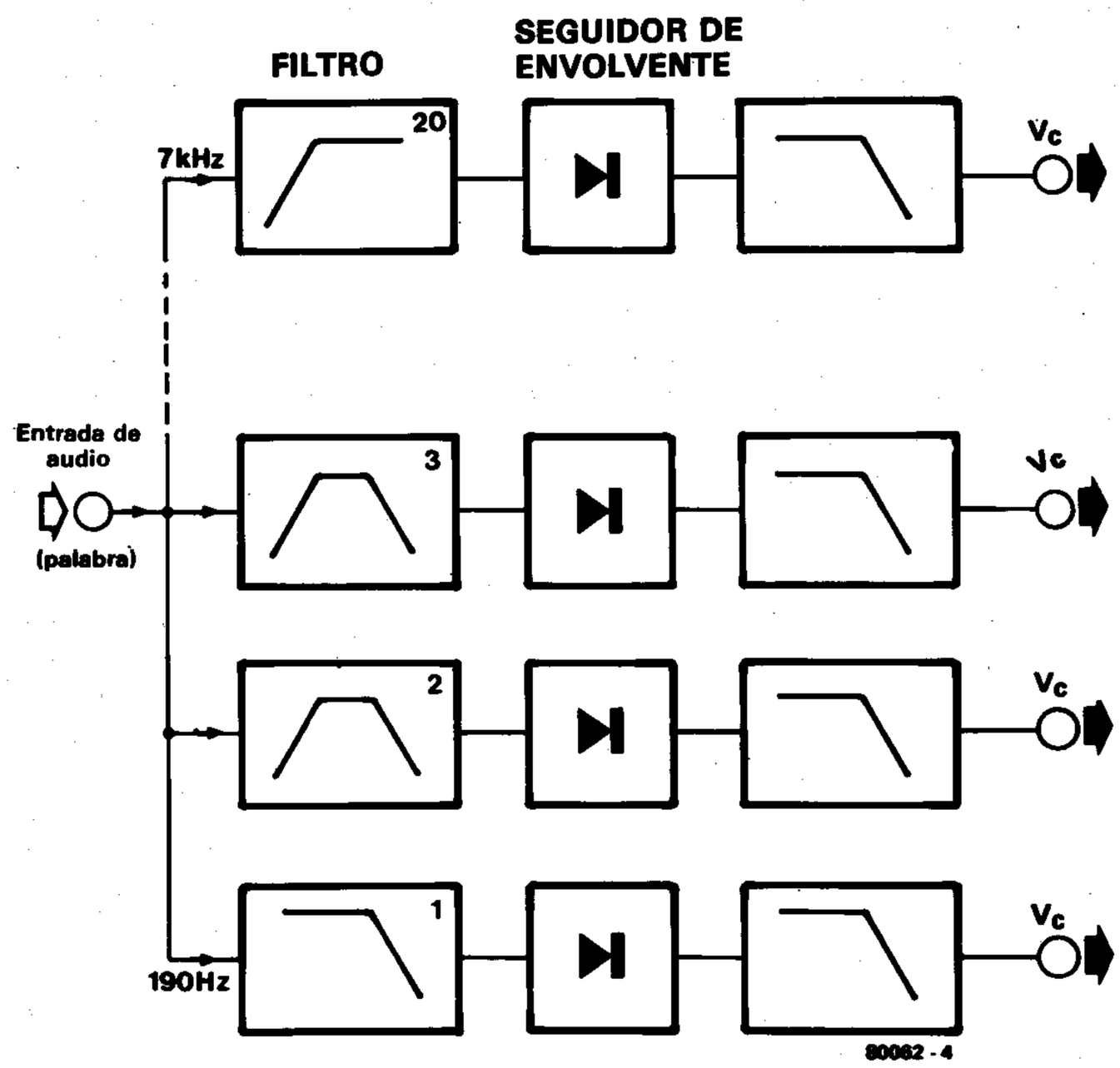
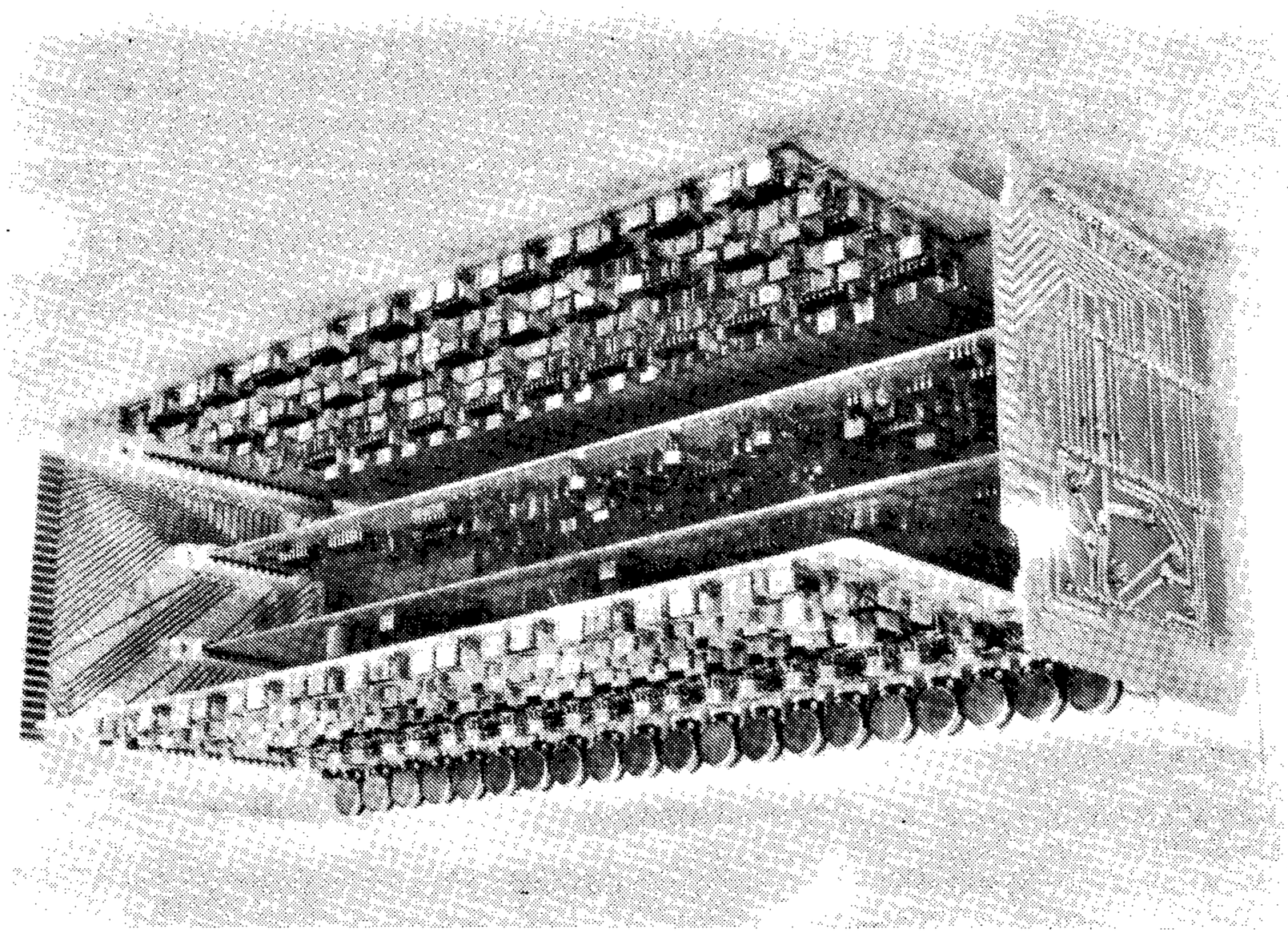



**Figura 4. El analizador de un vocoder consiste en un conjunto de filtros y de rectificadores seguidos de una red de filtros pasa-bajo. Esta sección produce, a partir de la señal de entrada, una serie de tensiones de control: una tensión $U_c$ por cada banda de frecuencias.**

Las numerosas pruebas e investigaciones realizadas han permitido elaborar una lista de condiciones que deben cumplir las distintas secciones del esquema sinóptico que acabamos de examinar. De alguna manera estas condiciones dependen de la aplicación prevista para el vocoder. En general si se va a utilizar el vocoder para superponer sonidos vocales a cualquier otro sonido, bastará con utilizar filtros que cubran la gama de frecuencias comprendida entre 300 Hz y 3 kHz. Ciertamente la utilización de un número más elevado de filtros que cubran una mayor anchura de banda, permitirá obtener una mejor definición. Los grandes vocoders de las firmas EMS, Sennheiser y Synton contienen aproximadamente una veintena de filtros que cubren una gama



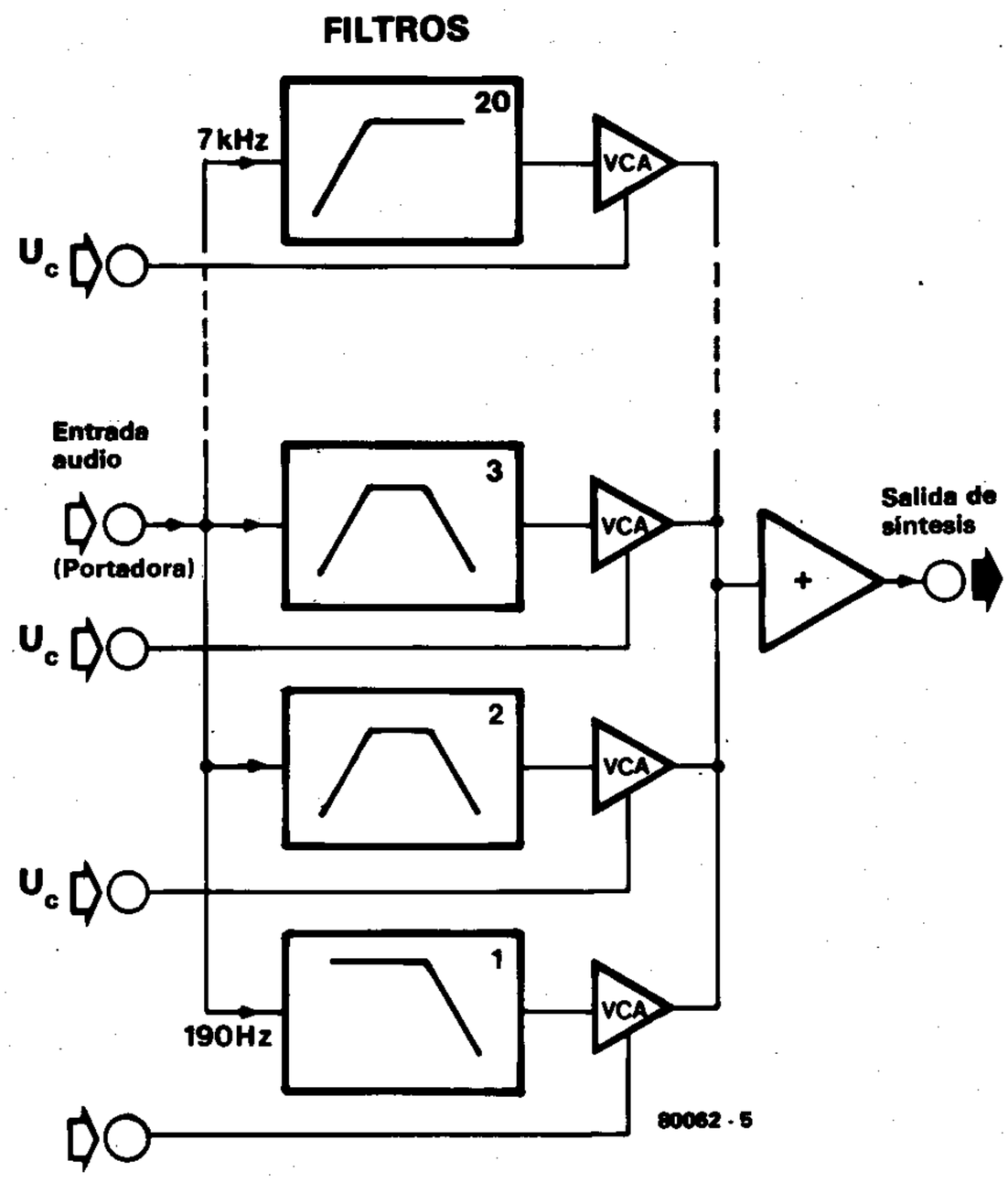



**Figura 5. La otra sección de un vocoder es el sintetizador. Un grupo de filtros corta la señal portadora (música, por ejemplo), en varias bandas estrechas. El nivel de salida de cada via queda determinada por las señales de control aplicadas a los amplificadores controlados por tensión (VCA); las señales de control ($U_c$) proceden, normalmente, del analizador.**

entre 200 Hz y 8 kHz. En etos casos se utilizan filtros pasabanda, tanto para el análisis como para la síntesis. Las frecuencias inferiores a 200 Hz y superiores a 8 kHz, se tratan respectivamente con un filtro pasa-bajo y con un filtro pasa-alto, de manera que el vocoder procesa toda la banda de audio comprendida entre 30 Hz y 16 kHz.

Cuando se utiliza un gran número de filtros no existe ningún problema especial en dividir la banda de audio, el problema está en que el diseño de estos filtros es crítico: se necesita una pasa-banda muy estrecha y bien definida y que la frecuencia central sea cada vez muy precisa. En los grandes aparatos, como los antes mencionados, es normal utilizar filtros de 3 octavas (o de una equivalencia aproximada). Los vocoders en los que el número de filtros es menor tendrá un mayor espaciamiento entre las distintas frecuencias centrales, ya que la anchura total de la banda debe repartirse entre un número menor de filtros pasa-banda.

Por otra parte los filtros abarcrán bandas de distintas anchuras si se quiere obtener un análisis y una síntesis exactas de la gama de frecuencias cuyo papel es determinante para la inteligibilidad de la palabra. El número de filtros utilizados (y por tanto la separación entre sus frecuencias centrales) determinan la anchura de banda necesaria para cada filtro así como la pendiente de la característica fuera de la banda. Si las bandas tratadas en los fitros están muy próximas entre sí, será necesario que el corte de los flancos sea suficientemente rápido con el fin de evitar una superposición importante de las distintas frecuencias, lo cual conduciría a que la palabra fuera indeterminada y borrosa. Esto es precisamente lo que pasrá irremediablemente si se utilizan dos ecualizadores gráficos tal como hemos dicho en los párrafos anteriores. Los filtros de los ecualizadores no son precisamente los más adecuados para nuestra aplicación ya que su factor Q es relativamente bajo, lo que implica una cierta superposición entre las frecuencias de bandas adyacentes.

El método más fácil y menos caro para realizar un filtro que tenga un corte neto, consiste en utilizar un girador, sin embargo con este tipo de circuitos surgen otro tipo de inconvenientes ya que tienen una apreciable tendencia a introducir ruidos indeseables. De hecho podríamos seguir nuestra búsqueda a través de los diversos tipos de filtros pero esto no nos aportaría gran cosa que no supiéramos. En la práctica sólo hay un filtro que sea realmente el adecuado y creemos que nadie se sorprenderá si decimos que su precio no es precisamente bajo.

Para obtener una inteligibilidad óptima la pendiente inicial del filtro deberá estar comprendida entre 50 y 54 dB/octava. Este es el tipo utilizado, por ejemplo, en el Syntovox 221 de la firma Synton. Desgraciadamente el gran número de componentes con tolerancias muy pequeñas que son necesarios para este tipo de filtros le excluyen automáticamente para ser utilizado en un vocoder de precio moderado. El VSM 201 de Sennheiser utiliza filtros de 36 dB/octava. En el vocoder de gran tamaño EMS los filtros tienen una pendiente de 30 dB/octava. El precio elevado de los sistemas profesionales es la consecuencia directa del costo importante de los componentes así como del largo proceso montaje que supone la presencia de un gran número de filtros de precisión. Pero no sólo la calidad de los filtros es un problema, sino que, como hemos visto antes, cada filtro de la sección analizadora debe tener a continuación un seguidor de envolvente formado por un rectificador de precisión y un filtro pasa-bajo. Aquí son las tensiones de deriva a la salida, la causa de nuestros problemas, ya que son capaces de reducir a la nada la dinámica de todo el sistema. Quedan dos posibilidades: una utilizar componentes seleccionados cuidadosamente, otra insertar en el equipo un dispositivo de calibración.

La frecuencia de corte del filtro pasa-bajo es otro punto a tener en cuenta. No conviene utilizar filtros idénticos sino que cada frecuencia de corte debe ser función de la frecuencia central del correspondiente filtro pasa-banda del analizador.

Pero no han acabado aquí nuestras desgracias: el sintetizador nos va a suponer problemas todavía mayores. En esta sección cada filtro debe ir seguido de un amplificador controlado por tensión (o por intensidad). Cuando se examina la lista de los métodos que permiten realizar un VCA (amplificador controlado por tensión), el OTA (Operational Transconductance Amplifier = amplificador operacional de transconductancia) resulta ser la mejor opción, lo que no implica que sea ideal. Ni mucho menos. La transconductancia o conductancia mutua (Gm) tiene un factor de tolerancia muy desfavorable.

Por otra parte los OTA son ruidosos. Puede pensarse que hay otros muchos amplificadores ruidosos y que nuestro




**Fotografías: Las diversas fotos distribuidas por estas páginas muestran varios vocoders comerciales de varios fabricantes. La foto de las «tripas» de un vocoder da una idea de la complejidad de la circuitería de los modelos más caros, el representado es el modelo 221 fabricado por Synton.**

reproche es un poco excesivo. Pero desgraciadamente esto supone que sólo pueden utilizarse niveles de señal muy bajos si se quiere que la distorsión se mantenga dentro de límites aceptables, en otras palabras la relación señal/fluido no es buena. Por otra parte la dispersión de la señal desde la entrada de control hasta la salida suele ser considerable. No es cuestión de echarle la culpa al fabricante del OTA (CA3080) por no indicar esta dispersión en la lista de características de este amplificador operacional, ya que carece de importancia en la mayor parte de las aplicaciones. Pero resulta que en un vocoder es esencial que esta dispersión sea lo más reducida posible ya que en caso contrario las señales de control procedentes del analizador pueden llegar a la salida incluso en ausencia de una señal portadora. Lo cual es bastante molesto, por no decir otra cosa...

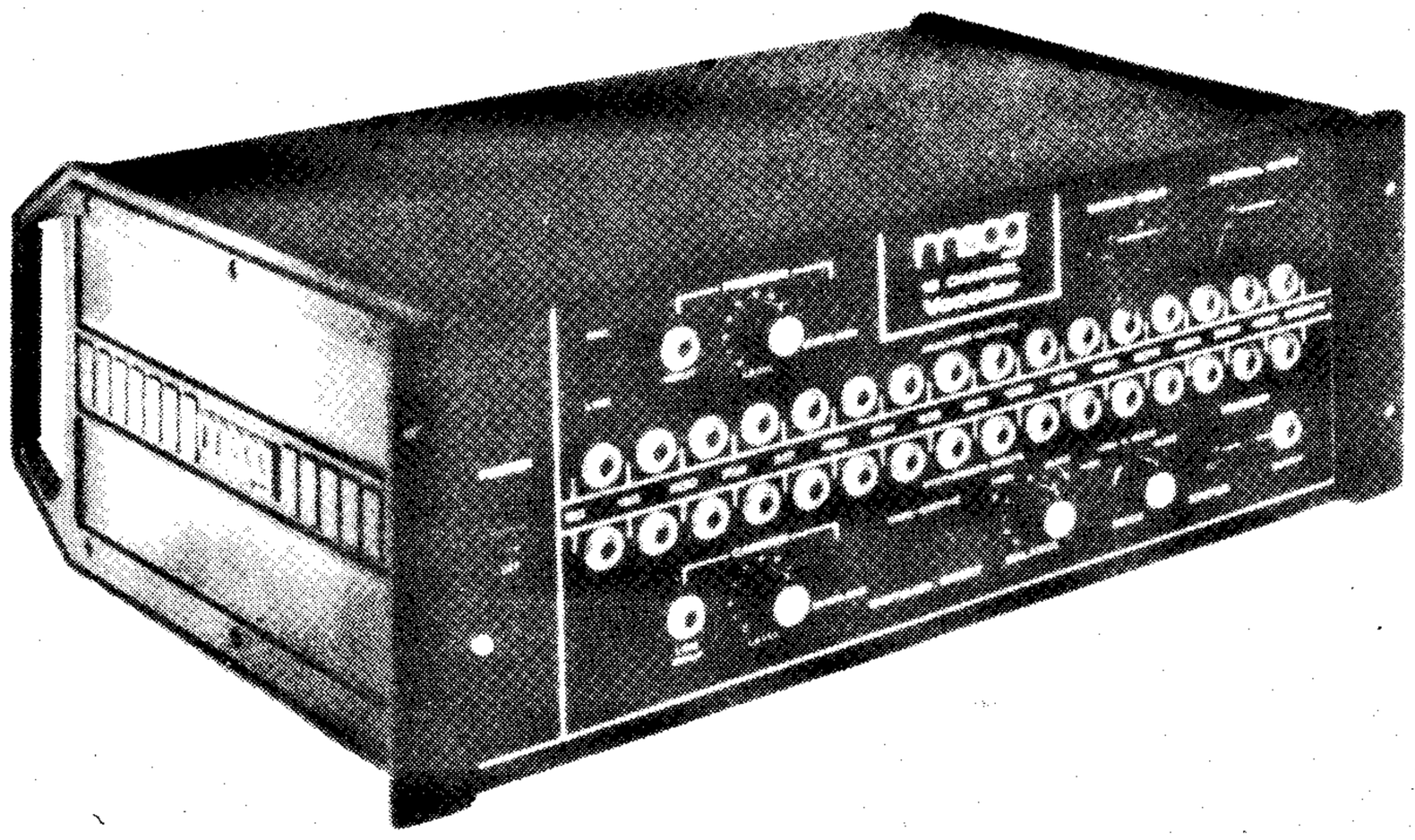
Como ya hemos visto la solución consiste en elegir muy cuidadosamente los componentes o en disponer de un dispositivo de calibración. A decir verdad si se desean obtener resultados realmente buenos será necesario poner en práctica las dos proposiciones. Por esta razón en el proyecto que publicaremos próximamente en nuestra revista, hemos previsto un número importante de ajustes con el fin de descartar los OTA dudosos que pudieran perjudicar el resultado final.

Hasta este momento nos hemos limitado a examinra las dos partes esenciales de un vocoder: el analizador y el sintetizador. Utilizando estas dos secciones es posible superponer sonidos fónicos a otras señales sonoras. Para ser exactos se trata de sonidos sonoros (por ejemplo las vocales) pero quedan excluidos los sonidos sordos (s, f, etc.); para obtener estos últimos es necesario un generador de ruidos y un detector de sonidos sonoros/sordos, siendo este último un circuito bastante complejo. A pesar de ello nuestra intención es hacer un sistema completo y también publicaremos un diseño de este tipo de detector. Conviene señalar que la mayor parte de los vocoders económicos disponibles actualmente en el mercado no disponen de un detector de sonidos (sonoros/sordos), fundamentalmente por una cuestión de precios. Por otra parte, cuando se utiliza el vocoder junto con instrumentos musicales de espectro amplio y con gran cantidad de armónicos altos, se puede obtene una aproximación razonable de los sonidos sordos sin necesidad de recurrir al detector y a su generador de

## Patentes

La consulta de los ficheros de las oficinas de patentes nos revelan inmediatamente que existen cientos de patentes relacionadas directamente con el vocoder y que se refieren de una manera o de otra con la identificación de la palabra, la detección de las frecuencias vocales fundamentales, etc.

Una de las patentes más recientes procede de Harold Bode. La parte fundamental de esta patente es una pequeña astucia que Bode utiliza en su vocoder y que le permite aumentar la inteligibilidad de la palabra siendo así que los filtros de su aparato sólo tienen una pendiente de 24 dB/octava.




Como ya hemos explicado anteriormente la inteligibilidad de la palabra sintetizada depende del tipo de filtro utilizado y por tanto de su funcionamiento y de la pendiente de su característica fuera de la banda pasante. Cuando no se va a utilizar un vocoder para la síntesis de la palabra (entendiendo por ello que se aplican tensiones de control externas para crear una articulación inteligible), es posible reforzar la inteligibilidad asociada con las aplicaciones musicales añadiendo la gama de altas frecuencias de la señal vocal (situada por encima de 3 kHz) a la señal de salida de vocoder; esta señal de alta frecuencia contiene la señal de ruido y los transitorios necesarios para obtener consonantes tales como la «p» y la «t».

La desventaja fundamental de este sistema reside en que es necesario utilizar una voz humana para controlar el vocoder ya que si se utilizan señales artificiales de control las componentes de alta frecuencia estarán ausentes de la señal de salida. Además este sistema de «puente para las altas frecuencias» produce un efecto similar al de la «ruptura de la señal» en dirección a la salida del vocoder. A pesar de estos inconvenientes la suma de los componentes de alta frecuencia es una experiencia bastante interesante que recomendamos a los futuros constructores de nuestro vocoders.

## El futuro

La evaluación de las posibilidades de desarrollo de los vocoders es bastante difícil. Actualmente parece poco probable que se realice una versión digital, ya que el vocoder analógico tradicional se beneficia de una característica única que le es propia: su funcionamiento «en tiempo real». La señal que se le aplica es analizada inmediatamente y la señal de salida del analizador sirve para la síntesis simultánea. A pesar de los problemas debidos a la utilización de filtros analógicos (defase), no es demasiado probable que se pueda realizar una versión digital a un precio razonable en un próximo futuro. Evidentemente la síntesis totalmente artificial de la palabra es otro problema y existen numerosas tentativas de resolverlo por métodos numéricos. El constructor de un vocoder digital se enfrenta a la necesidad de analizar con suficiente rapidez y precisión una serie de señales tan complejas como las del lenguaje, si quiere realizar un vocoder vendible.

El vocoder musical cada día más en boga, tiene un brillante porvenir. El número de constructores así como de modelos crece rápidamente, lo cual sólo puede conducir a una disminución de su precio, aunque no cabe esperar que éste se sitúe en un nivel similar al de las «cajas de efectos sonoros». Se trata de un instrumento demasiado complejo para que tal eventualidad sea posible; si se quiere que sus prestaciones sean óptimas es preciso utilizar un número importante de componentes de baja tolerancia. Esto y el número de horas de trabajo humano necesarias para la construcción de cada unidad, parece descartar la próxima aparición de un vocoder a bajo precio gracias a su producción en masa.

Es de esperar que en un futuro no demasiado lejano los vocoders sean incorporados a los órganos electrónicos. En unos pocos años, la mayoría de los órganos deberán tener un pulsador que indique «vocoder», ofreciendo así la posibilidad de disponer de los efectos más sorprendentes de nuestro tiempo y más susceptibles de contribuir a la inspiración creadora, simplemente pulsando una tecla.

¿Qué se puede esperar del futuro inmediato?, por lo que nosotros sabemos cabe esperar por lo menos la publicación en las páginas de Elektor del proyecto de un vocoder para que usted pueda construirse uno.

*Bibliografía:*
*Elektor, núm. 8, enero 1981.*

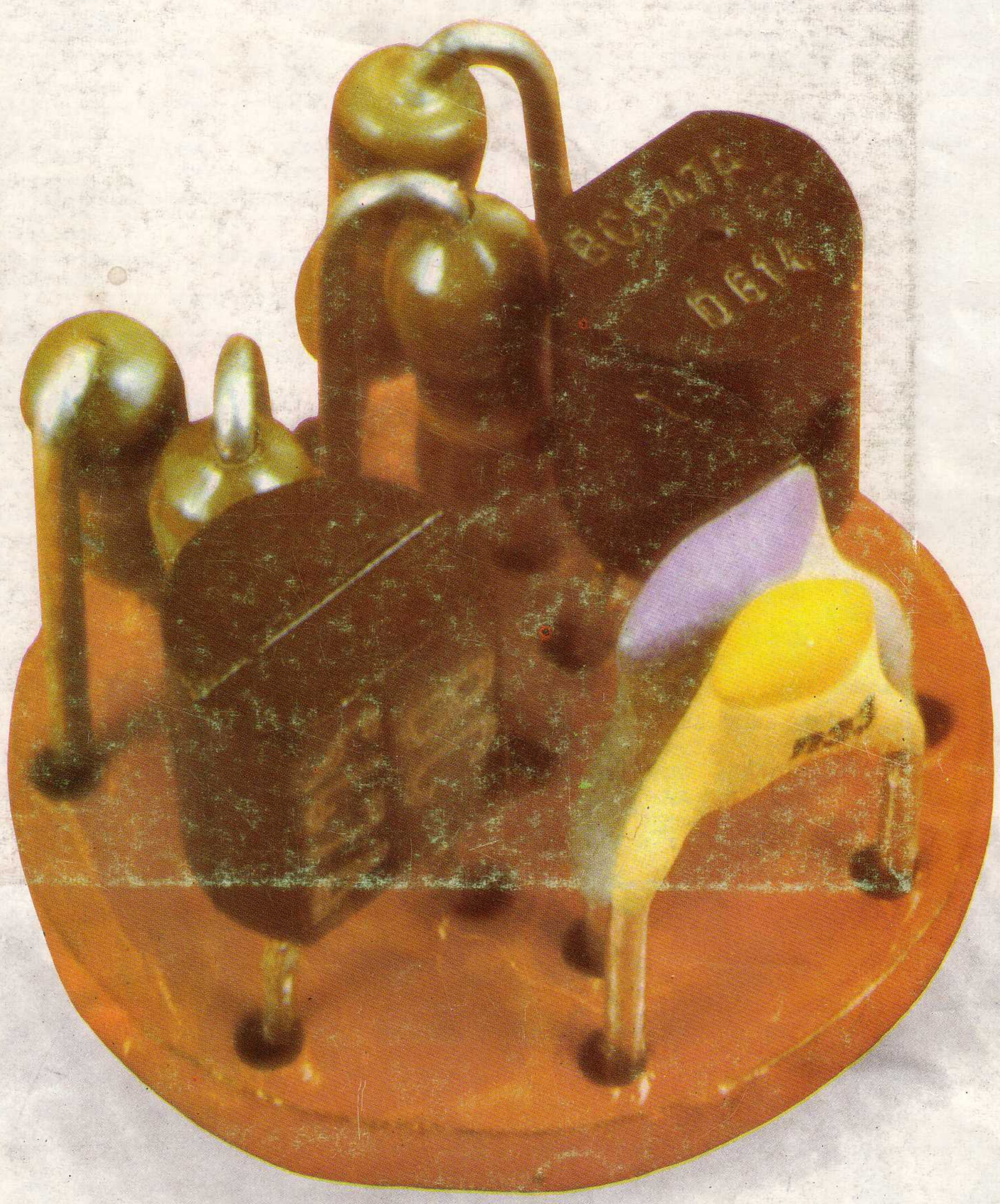
# elektor

electrónica: técnica y ocio

N.º 13
junio 1981
175 ptas.

## periféricos para micro-ordenadores:
## teclado ASCII + elekterminal

## entrenador morse



## matamosquitos electrónico

# sumario

**Selektor** ..... 6-01

**Control remoto** ..... 6-02
El control remoto es ya una característica habitual de los televisores en color. El control remoto de los equipos Hi-Fi es menos corriente pero no pertenece a la ciencia ficción. Existen también proyectores de diapositivas controlados «sin hilos». Ciertamente los sistemas de control remoto son utilizados cada día con más frecuencia en los más diversos equipos domésticos.

**«Matamosquitos» electrónico** ..... 6-11
¡Oh las vacaciones! El sol, la playa, las excursiones, los fines de semana en el campo... y los mosquitos. En este artículo explicamos cómo desembarazarse para siempre jamás de estos enemigos hereditarios del género humano.

**Alimentación de precisión** ..... 6-13

**El ICU, un mini-microprocesador** ..... 6-17
El circuito integrado MC 14500B de Motorola, es un procesador de un bit diseñado especialmente para funciones de control sencillas. En este artículo se describe este mini-microprocesador que puede resultar de especial interés para aquellos lectores que hayan tenido «problemas» con los microprocesadores más complejos

**Comprobador de transistores** ..... 6-25

**Teclado ASCII** ..... 6-29
El método más común de comunicarse con un microcomputador es un teclado alfanumérico.

**Entrenador morse** ..... 6-35
El aprendizaje del código morse suele resultar bastante fastidioso. El diseño que describimos facilita este aprendizaje, ya que repite constantemente y de forma sonora la señal morse seleccionada mediante cuatro interruptores.

**Elekterminal** ..... 6-37
Utilizado conjuntamente con el teclado ASCII forma un terminal de video completo utilizable con la mayoría de microcomputadores, el Junior Computer entre ellos.

**Experimentor** ..... 6-46
Con este título abrimos una nueva sección en «Elektor». En ella tienen cabida algunos proyectos interesantes, pero no totalmente desarrollados y que ofrecemos a nuestros lectores como una invitación a la investigación. En esta ocasión se discute un amplificador de clase D (PWM).

**Mercado** ..... 6-49

sumar
suma
sum
su




matamosquitos electrónico

# elektor 13 claves

año 2, núm. 13 junio 1981

Redacción, Administración y Suscripciones: Villanueva, 19, 1.º
Teléf. 276 08 23. Madrid-1
Edita: Ingelek, S.A.
Presidente: Ernesto Medina Muñoz
Director: Antonio M. Ferrer Abelló

Redactor jefe de la edición internacional: Paul Holmes
Cuerpo de redacción: Redactores técnicos:
J. Barendrecht, G. H. K. Dam,
E. Krempelsauer,
A. Nachtmann, G. Nachbar,
K. S. M. Walraven
Colaboradores: J. Ignacio Alegría,
Guillermo Jiménez,
Domingo Bernal, Miguel Maroto

Publicidad Jefe de publicidad, Jorge Oviedo
Villanueva, 19. Teléf. 435 94 15. Madrid-1
Fernando Yunta.
Recoletos, 1. Teléf. 276 12 07. Madrid-1
José Suárez
Villarroel, 191. Teléf. 239 18 58. Barcelona-36

Impresión: Gráficas ELICA. Boyer, 5.
Madrid-32

Contabilidad: María Antonia Buitrago
Suscripciones: Inmaculada de la Torre

| | 1980 (6 núms.) | 1981 (11 núms.) |
|---|---|---|
| España | 1.120 Ptas. | 1.800 Ptas. |
| Extranjero (correo de superficie) | 1.620 | 2.600 |
| Extranjero (correo aéreo) | 2.120 | 3.300 |
| Precio ejemplar sencillo | 160 | 175 |
| Precio ejemplar doble | 320 | 350 |
| Ejemplares atrasados | Precio de portada | |

En 1981 la revista Elektor tendrá carácter mensual, publicándose 10 números sencillos y uno doble correspondiente a julio/agosto.
Depósito legal: GU. 3-1980

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 a los circuitos impresos, incluido su diseño, que en ella se reproducen.
Los circuitos y esquemas publicados en Elektor, sólo pueden ser realizados para usos privados o científicos, pero no comerciales.
La utilización de los esquemas 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 la sociedad editora acepta la publicación de un artículo que le ha sido enviado, tendrá el derecho de modificarlo o hacerlo modificar por su cuenta. La sociedad tiene también el derecho de traducir o de hacer traducir un artículo y de 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 editora no acepta ninguna responsabilidad por no mencionar esta protección o cualquier otra.

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

| | | | |
|---|---|---|---|
| CT | Consulta técnica | S | Suscripciones |
| DR | Director | RA | Revistas atrasadas |
| CD | Cambio de dirección | ESS | Servicio de Software |
| EPS | Circuitos impresos | P | Publicidad |
| SC | Servicio comercial | 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. En caso contrario no se atenderá la consulta.

**Copyright © 1981. Uitgeversmaatschappij Elektuur B. V. (Beek, Nederland).**
Prohibida la reptoducción total o parcial, aún citando su procedencia, de los dibujos, fotografías, proyectos y los circuitos impresos, publicados en Elektor.

## SOLICITADO CONTROL DE OJD

**¿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: $\mu$ 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:

| | |
|---|---|
| $U_{CEO,}$ 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-) | $= 10^{-9}$ |
| $\mu$ (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 = 0,0000000000047F
10 = 0,01 $\mu$ 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 $\Omega$ /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.

# control remoto

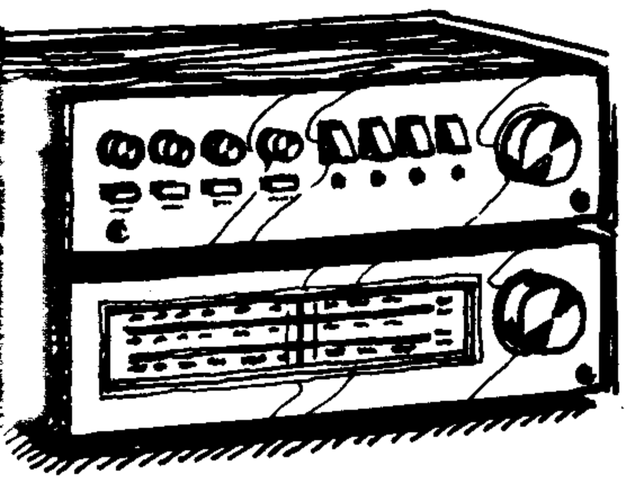
## El fin de los cables

**La presencia de unidades de control remoto empieza a ser una característica corriente en los modernos televisores de color. Los equipos de alta fidelidad controlados «remotamente» no son tan corrientes pero tampoco pertenecen a la ciencia ficción. Existen incluso proyectores de diapositivas «sin hilos ».**
**Evidentemente el control por cable empieza a ser una cosa del pasado y los controles remotos de tipo similar a los que se describen en este artículo son cada día más populares.**

Existen todo tipo de razones que hacen desear que los equipos puedan controlarse a distancia. En el ámbito doméstico, nueve de cada diez veces la razón más importantes es la comodidad. Existen, sin embargo, casos en que el control remoto es casi imprescindible, por ejemplo, el control del balance en un equipo Hi-Fi: el ajuste exacto sólo puede realizarse desde la situación del oyente, pero desde esa posición difícilmente se llega a los mandos del amplificador. Hay casos en que el control remoto es totalmente imprescindible, por ejemplo, las locomotoras de escala reducida en las que no cabe el controlador de sus motores. Evidentemente entre las diversas posibilidades de control remoto la variedad «sin hilos» es la más útil ya que lógicamente no es nada divertido estar rodeado de cables por todas partes sobre todo si uno de los extremos está conectado a un equipo de elevado precio.
En este artículo se dan algunas razones que hacen deseables los sistemas de control remoto sin hilos. Los circuitos que ofrecemos están pensados para usos domésticos ya que utilizan un enlace ultrasónico que ofrece importantes limitaciones cuando se trata de controlar barcos o aviones a escala. El enlace ultrasónico es el más adecuado para el control remoto de televisores, equipos de audio, puertas, luces, proyectores de diapositivas, etc.

## Dos sistemas básicos

Vamos a describir dos sistemas diferentes pero utilizando ambos un enlace ultrasónico. El primer sistema ha sido diseñado para transmitir 16 órdenes independientes del tipo «marcha-paro». Estas señales de control pueden utilizarse para controlar las cosas más variadas: selección de canales en un televisor, encender o apagar una lámpara, abrir o cerrar un cerrojo eléctrico, etc. Las 16 señales pueden ser recibidas y decodificadas por un solo receptor o por varios receptores según se desee. Por ejemplo puede darse el caso en que un receptor corresponda a las señales de control 1, 2 y 3, otro corresponda a la señal 4, un tercero reciba las señales 5 y 6 y así sucesivamente. También es posible sintonizar varios receptores con una sola señal de control, de modo que en el caso anterior puede existir un receptor que se active con las señales de control 1, 4 y 6. En este caso no es aconsejable utilizar más de un transmisor ya que se puede dar lugar a confusiones en los receptores.
Este sistema que estamos describiendo utiliza componentes electrónicos muy corrientes: circuitos integrados CMOS, temporizadores 555, transistores BC557...



No ocurre lo mismo con el segundo sistema ya que utiliza dos circuitos especiales de la firma Plessey, uno para transmitir y otro para recibir. Evidentemente éste simplifica el circuito drásticamente. Aunque estos circuitos integrados fueron diseñados en principio para el control remoto de televisores en color, pueden utilizarse perfectamente en otras muchas aplicaciones. En principio este sistema puede transmitir 32 señales «marcha/paro» existiendo también la posibilidad de que algunas de ellas pueda combinarse para transmitir señales analógicas de control. Esto último es de gran utilidad para los controles de volumen, balance, brillo y contraste. Obsérvese que una señal marcha-paro puede utilizarse para funciones analógicas convirtiéndolas, en el extremo receptor, en una señal de tipo «más/menos». Por ejemplo, para abrir y cerrar unas cortinas se mantiene el motor en funcionamiento más o menos tiempo.

## El primer sistema

Veamos en primer lugar el sistema que utiliza componentes corrientes. Se trata de un sistema pensado fundamentalmente para el aficionado.
Evidentemente las señales digitales son más fáciles de transmitir que las analógicas. Digital significa que sólo existen dos condiciones: marcha o paro, sí o no, cero o uno. Estas señales digitales deben transmitirse al receptor. Como en el caso de la radio esto se hace modulando una señal portadora de alta frecuencia. En la figura 1 se dan las dos posibilidades existentes: PSK (Phase Shift Keying = modulación por desplazamiento de fase) y FSK (Frequency Shift Keying = modulación por desplazamiento de frecuencia).
Ambos tienen ventajas e inconvenientes pero las pruebas efectuadas muestran que el sistema PSK tiene más desventajas que el FSK. En particular el sistema PSK es más vulnerable al efecto doppler que el FSK, el cual es virtualmente inmune a este tipo de problema.
Una vez elegido el sistema FSK vamos a entrar en el esquema sinóptico de un transmisor (ver figura 2). El transmisor contiene dos generadores de onda cuadrada, el primer de los cuales tiene una frecuencia más elevada que el segundo. La frecuencia del

1

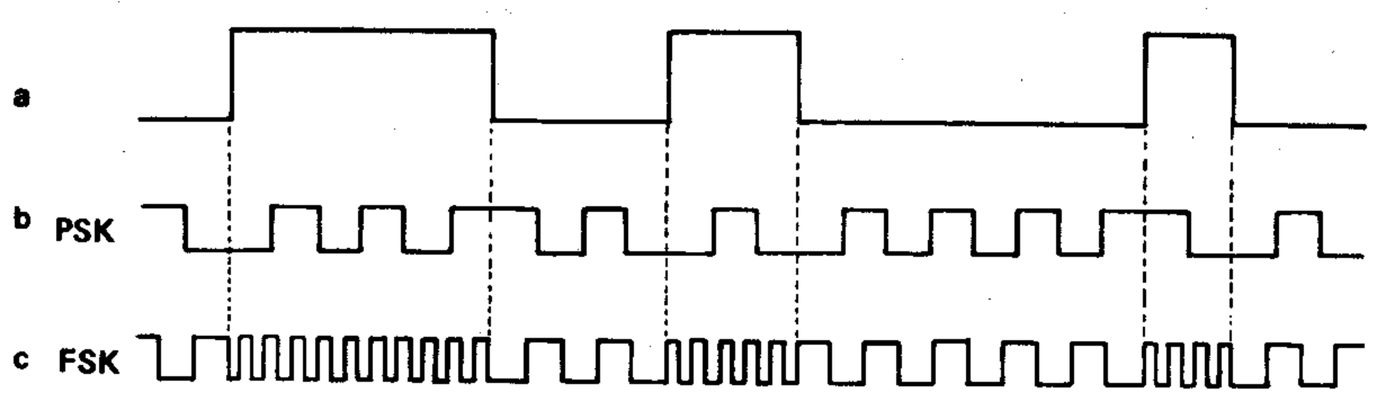



**Figura 1. Existen dos formas de modular una señal digital sobre una portadora ultrasónica: «a» es la señal digital original, «b» corresponde a una ondulación por desplazamiento de fase (PSK) y «c» es un ejemplo de modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK). Con el sistema PSK la frecuencia permanece constante pero la fase es desplazada 180° cada vez que la señal digital se hace cero. Con el sistema FSK, por el contrario, lo cambia, es la frecuencia de la portadora.**

2

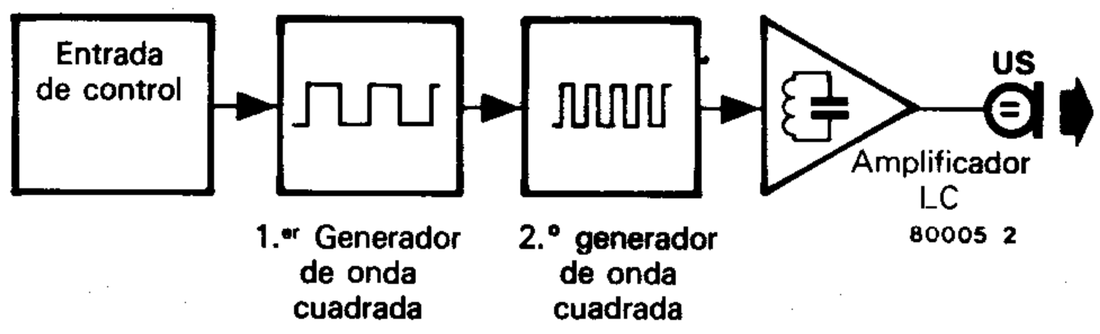



**Figura 2. Esquema sinóptico del transmisor.**

primer generador, por otra parte, depende de cual de las 16 señales de control se va a transmitir. Esto significa que sólo se puede transmitir una señal de control cada vez ya que los osciladores que funcionan con dos frecuencias diferentes simultáneamente son «un poco escasos». Las 16 frecuencias de control distintas están comprendidas entre 6 Hz y 90 Hz.

El segundo generador de onda cuadrada es controlado por el primero: su frecuencia de salida es de 38,5 kHz cuando la tensión de entrada es «alta» y de 40,9 kHz cuando la entrada es «baja». La salida de este segundo generador es transmitida como una onda ultrasonora mediante un transductor. Para conseguir que el margen de control sea razonablemente amplio el transductor debe recibir un nivel de señal suficientemente alto. Esto se consigue amplificando la salida del segundo generador de onda cuadrada mediante un circuito resonante LC. De este modo se puede alcanzar tensiones de hasta 150 V sin necesidad de utilizar fuentes de alta tensión. Además, el circuito resonante LC tiene la ventaja de convertir la onda cuadrada en una onda casi senoidal, lo cual «resulta muy agradable» a la mayoría de los transductores ultrasónicos.

**Tabla 1**

**Valores de las resistencias correspondientes a la figura 3.**

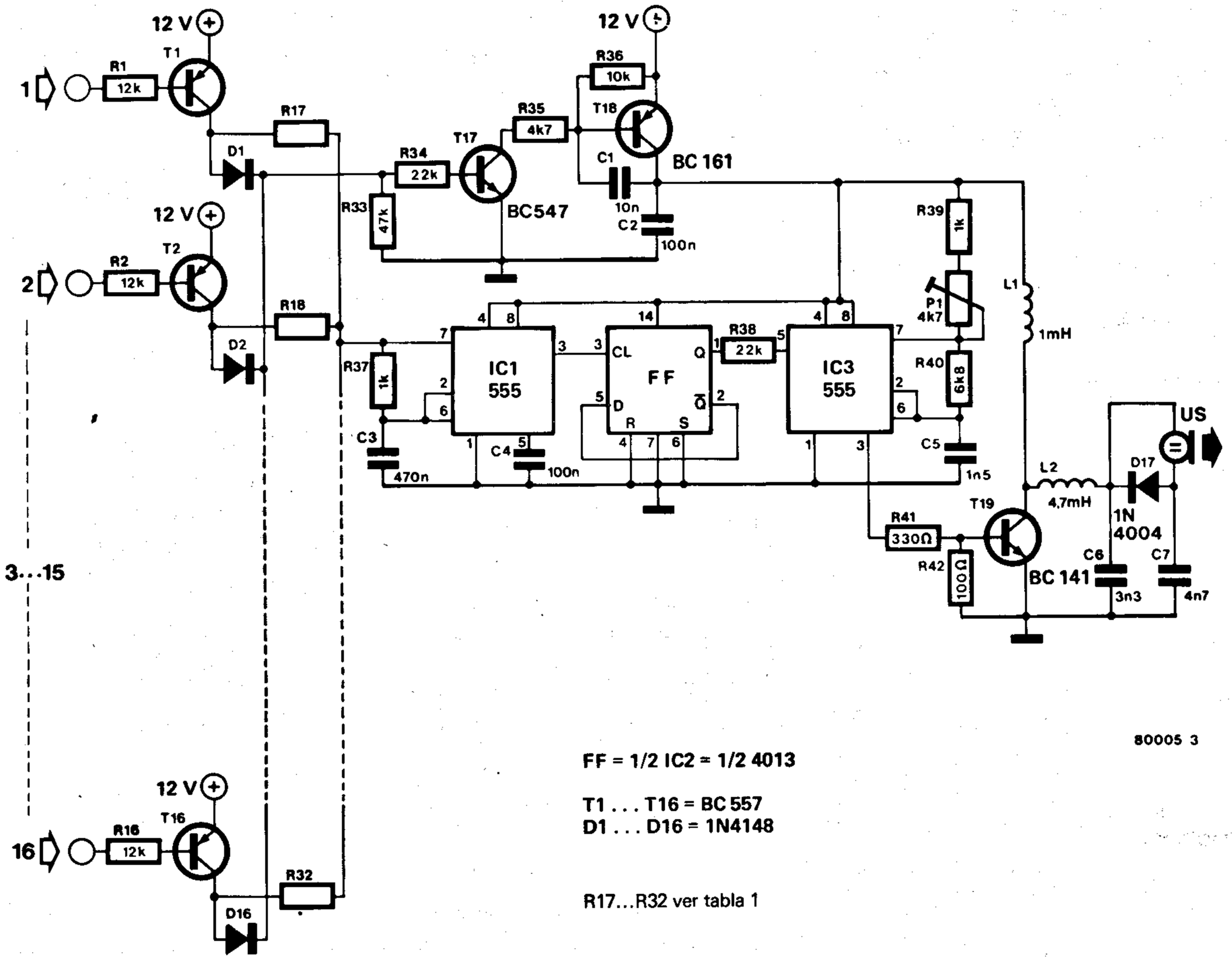
| | |
|---|---|
| R17 = 15 k | R25 = 68 k |
| R18 = 18 k | R26 = 82 k |
| R19 = 22 k | R27 = 100 k |
| R20 = 27 k | R28 = 120 k |
| R21 = 33 k | R29 = 150 k |
| R22 = 39 k | R30 = 180 k |
| R23 = 47 k | R31 = 220 k |
| R24 = 56 k | R32 = 270 k |

## Circuito práctico

El circuito transmisor completo se da en la figura 3. Como dijimos anteriormente están previstas 16 entradas que se corresponden con las 16 frecuencias que se pueden transmitir. Cuando se va a transmitir una señal de control se conecta, mediante un pulsador, la entrada elegida con el común de alimentación. Téngase presente que sólo se puede seleccionar una entrada de control cada vez.

Cuando la entrada del control se conecta a

3




FF = 1/2 IC2 = 1/2 4013

T1 . . . T16 = BC 557
D1 . . . D16 = 1N4148

R17...R32 ver tabla 1

**Figura 3. Circuito completo del transmisor.**

masa mediante el pulsador, el transistor correspondiente (T1...T16) entra en conducción. Así una de las 16 resistencias R17...R32 entra en acción como elemento determinante de la frecuencia del primer generador de onda cuadrada (IC1). Este circuito integrado empieza a producir una señal de salida con una frecuencia que es determinada por la entrada de control seleccionada (la frecuencia de la onda cuadrada varía entre 12 Hz y 180 Hz para los valores de las resistencias que se dan en la tabla 1). El siguiente biestable (FF) divide esta frecuencia por dos y, lo cual es muy importante, genera una onda cuadrada simétrica casi perfecta. Esa señal se lleva a la entrada de modulación del segundo 555(IC2) el cual produce la señal portadora modulable (a una frecuencia aproximada de 40 kHz). El transistor T19 se utiliza como amplificador de salida. Se utilizan varias inductancias para amplificar la señal de salida y limpiarla de armónicos hasta obtener una señal senoidal de 150 V pico a pico en bornes del transductor.

Los tres circuitos integrados están conectados al positivo de alimentación a través de un interruptor electrónico formado por T17 y T18. Se utilizan 16 diodos (D1...D16) en una configuración OR que cierran el interruptor electrónico tan pronto como se activa una de las entradas de control. De este modo cuando no se transmite señal de control el interruptor electrónico está abierto y el circuito apenas consume corriente. Esta es una importante característica ya que permite que el transmisor pueda ser alimentado por pilas.

## El receptor

El circuito transmisor que hemos descrito en el apartado anterior va unido a la unidad de control remoto y transmite una de las 16 señales de control como una señal ultrasónica modulada. Esta señal debe ser recibida y decodificada en el otro extremo del enlace para poder controlar el equipo remoto. El esquema sinóptico del receptor se da en la figura 4. Las primeras secciones (disparador, monoestable, filtro pasa-bajo y otro disparador) amplifican la señal captada por el transductor ultrasónico (US) y reproduce la señal cuadrada de baja frecuencia (la señal de control de 6 Hz...90 Hz) esta señal se aplica a uno o más (hasta 16) filtros pasabanda digitales que permiten distinguir entre los 16 canales. Cuando se transmite una orden solamente producirá una señal de salida el filtro digital sintonizado con la correspondiente onda cuadrada de baja frecuencia. La salida del filtro activa un biestable (FF) el cual es utilizado para controlar una lámpara que puede ser encendida o apagada por medio de esta unidad de control remoto.

El circuito del receptor está dividido en dos

4

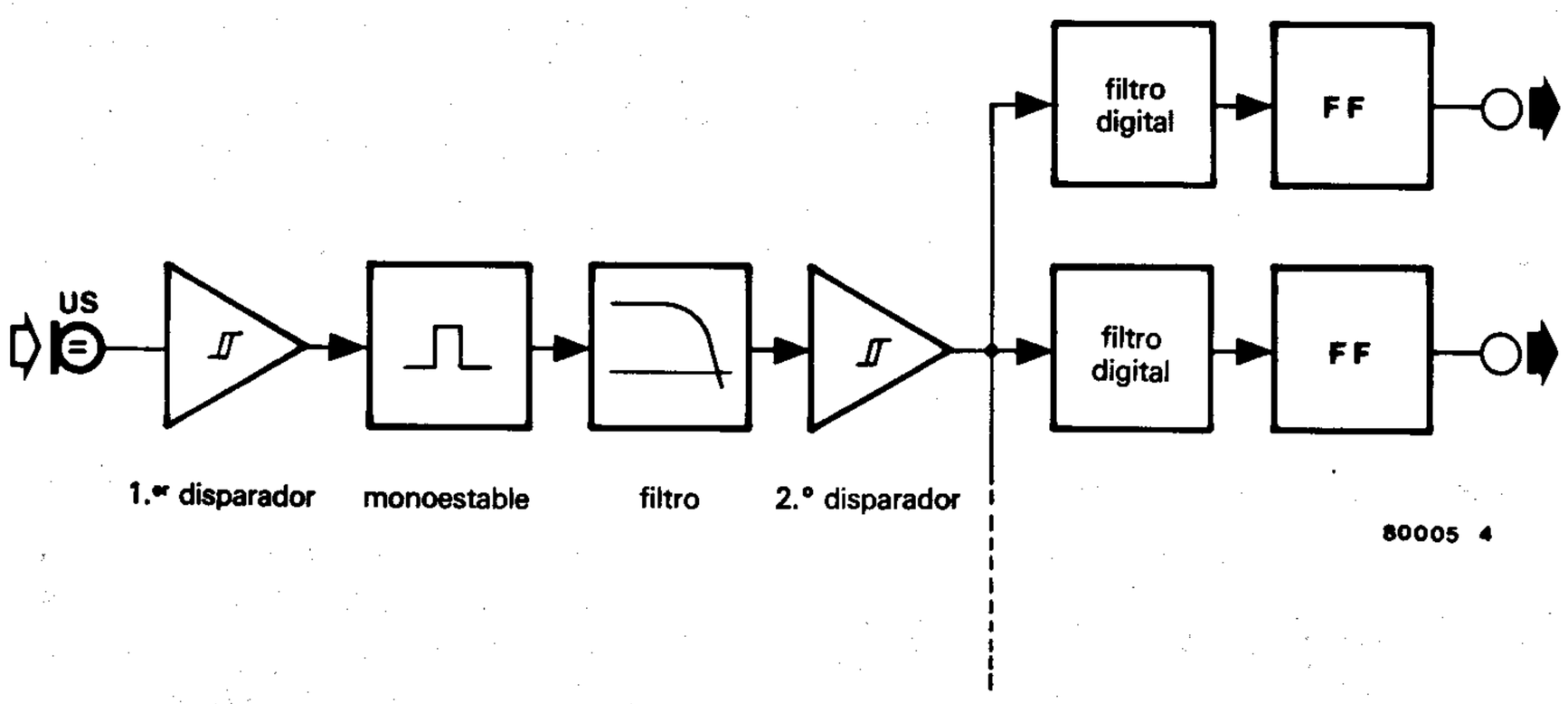



**Figura 4. Esquema sinóptico del receptor.**

5

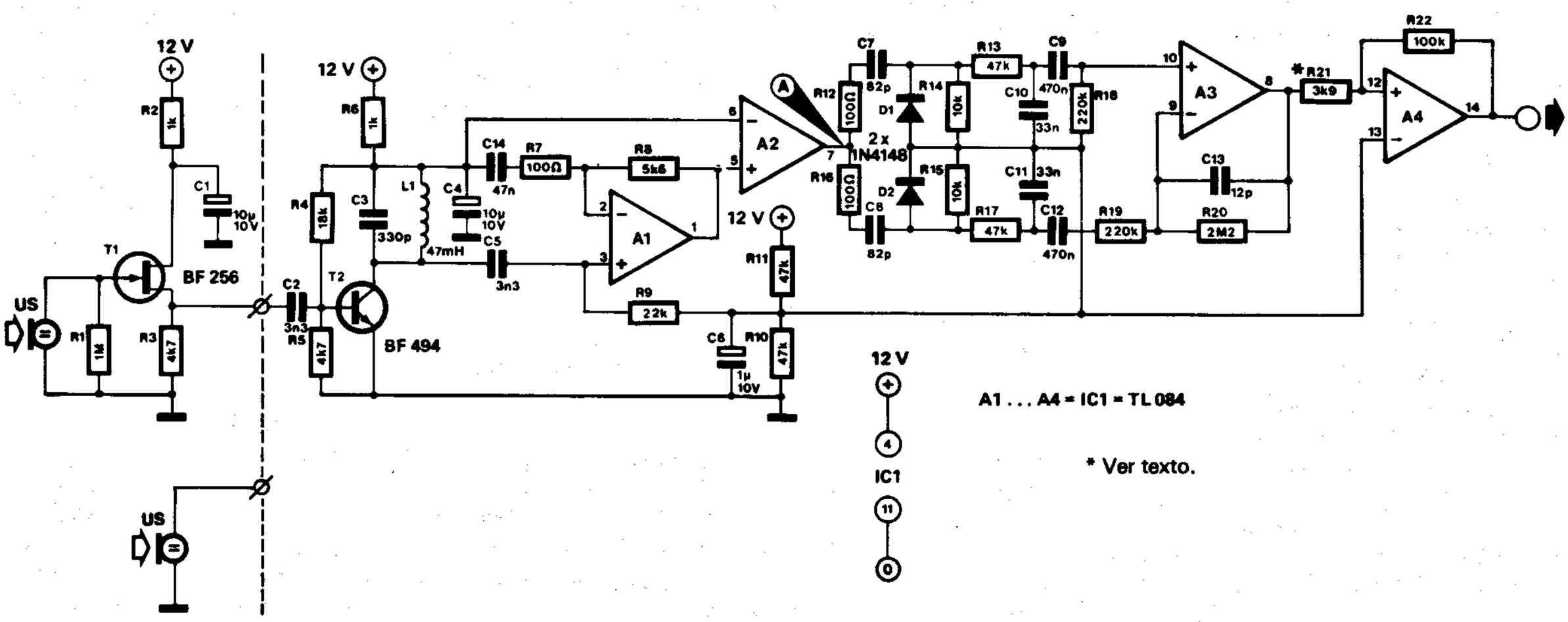
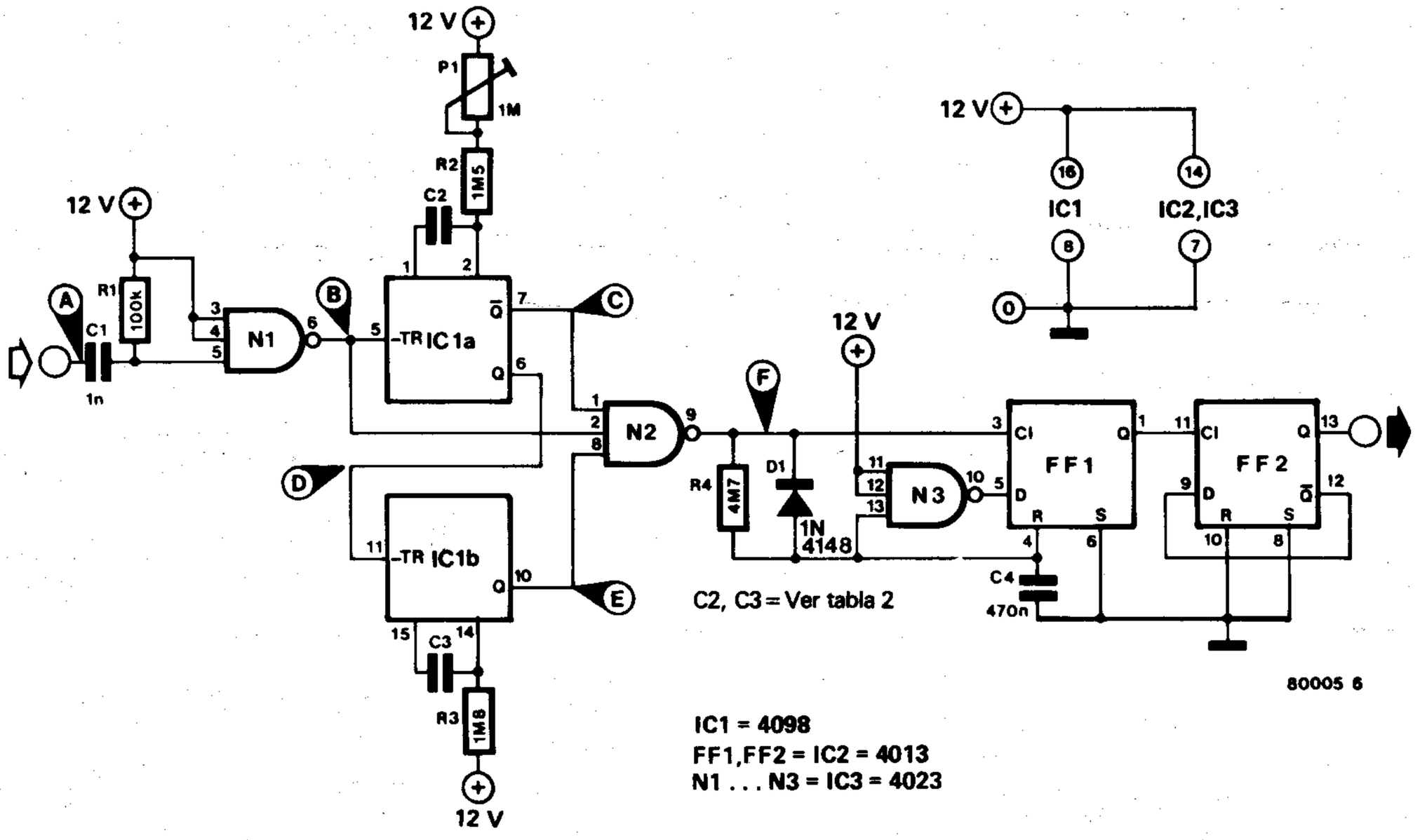



**Figura 5. Circuito del receptor excluido el(los) filtro(s) digital(es).**

6




C2, C3 = Ver tabla 2

80005 6

IC1 = 4098
FF1,FF2 = IC2 = 4013
N1 . . . N3 = IC3 = 4023

**Figura 6. Circuito de un filtro digital. Pueden conectarse hasta 16 filtros de este tipo, al circuito de la figura 5.**

secciones. La primera parte (figura 5) recibe la señal ultrasónica y reproduce la onda cuadrada de baja frecuencia. Esta señal pasa a través de uno o más filtros digitales. El circuito de uno de estos filtros se da en la figura 6.
Dependiendo del tipo de transductor utilizado se utilizará una u otra de las entradas del circuito receptor. El circuito de entrada que se muestra en la parte superior izquierda de la figura 5 utiliza un FET (T1) y es apropiado para ser utilizado por transductores de alta impedancia. Los transductores de baja impedancia pueden conectarse directamente a C2.
La señal ultrasónica se amplifica por medio de T2. El circuito resonante (L1/C3) se sintoniza a 40 kHz. La señal es entonces «cuadrada» mediante A1 y A2, obteniéndose una onda cuadrada que oscila entre el común de alimentación y la tensión de alimentación. Esta señal pasa ahora a través de un circuito bastante complicado construido en torno a A3. Brevemente podemos decir que R12-C7-R14-D1 y R16-C8-R15-D2 operan como circuitos diferenciadores proporcionando impulsos de salida de amplitud constante en los cruces por 0 de la señal de entrada.
Los dos circuitos tienen a continuación un filtro pasabajo RC (R13/C10 y R15/C11) que permiten reproducir la señal de baja frecuencia original a partir de la señal ultrasónica. A3 y A4 amplifican esta señal de baja frecuencia produciendo una onda cuadrada que oscila entre 0V y la tensión de alimentación.

**Tabla 2**

**Valores de C2 y C3 correspondientes a la figura 6.**

| señal de control | C2 | C3 |
|---|---|---|
| 1 | 10 n | 470 p |
| 2 | 15 n | 470 p |
| 3 | 15 n | 820 p |
| 4 | 18 n | 820 p |
| 5 | 22 n | 1 n |
| 6 | 33 n | 1 n |
| 7 | 39 n | 1n5 |
| 8 | 47 n | 1n5 |
| 9 | 56 n | 2n2 |
| 10 | 68 n | 3n3 |
| 11 | 82 n | 3n3 |
| 12 | 100 n | 4n7 |
| 13 | 120 n | 4n7 |
| 14 | 150 n | 6n8 |
| 15 | 180 n | 8n2 |
| 16 | 220 n | 10 n |

## Filtro digital

En la figura 6 se da el circuito del filtro digital. Los valores de C2 y C3 dependen de la señal de control detectada por el filtro (ver tabla 2).
C1 y C2 constituyen otro circuito diferenciador y junto con N1 producen impulsos de amplitud constante. IC1a e IC1b son multibrivadores monoestables. La figura 7 nos facilitará la comprensión del circuito; en ella pueden verse las distintas señales presentes en los puntos que se indican en la figura 6 cuando se recibe una señal a la frecuencia de resonancia de este filtro.

Cada flanco negativo (transición negativa) de la señal de entrada (A) produce un breve impulso en B. El flanco negativo de esta señal dispara IC1a de manera que su salida Q pasa a estado alto (D); a su vez el flanco negativo de esta última señal dispara a IC1b produciendo la señal E. La puerta NAND N2 combina las señales B, C y E de modo que si las tres señales están a la vez en estado alto se obtienen un corto impulso de salida en F. Dado que las tres señales B, C y E proceden de tres impulsos de entradas consecutivos con tiempos de retraso determinados por la constante de tiempo del monoestable, sólo se obtendrá una señal de salida en F si la frecuencia de la señal de entrada es la correcta.

Los breves impulsos negativos de salida obtenidos en N2 se utilizan como reloj de FF1. Esta báscula se utiliza como multivibrador monoestable con un período mayor que el tiempo que transcurre entre dos impulsos consecutivos. Como consecuencia de esto la salida de FF1 permanece baja mientras N2 transmite impulsos. La señal obtenida en la salida Q de FF1 se utiliza a su vez como reloj de la segunda báscula FF2 (FF2 corresponde a FF en la figura 4). De este modo el circuito completo funciona a modo de báscula selectiva: es decir, no es actuado por un solo impulso sino que responde a una onda cuadrada de entrada que tenga la frecuencia exacta.
El potenciómetro P1 se utiliza para ajustar

7

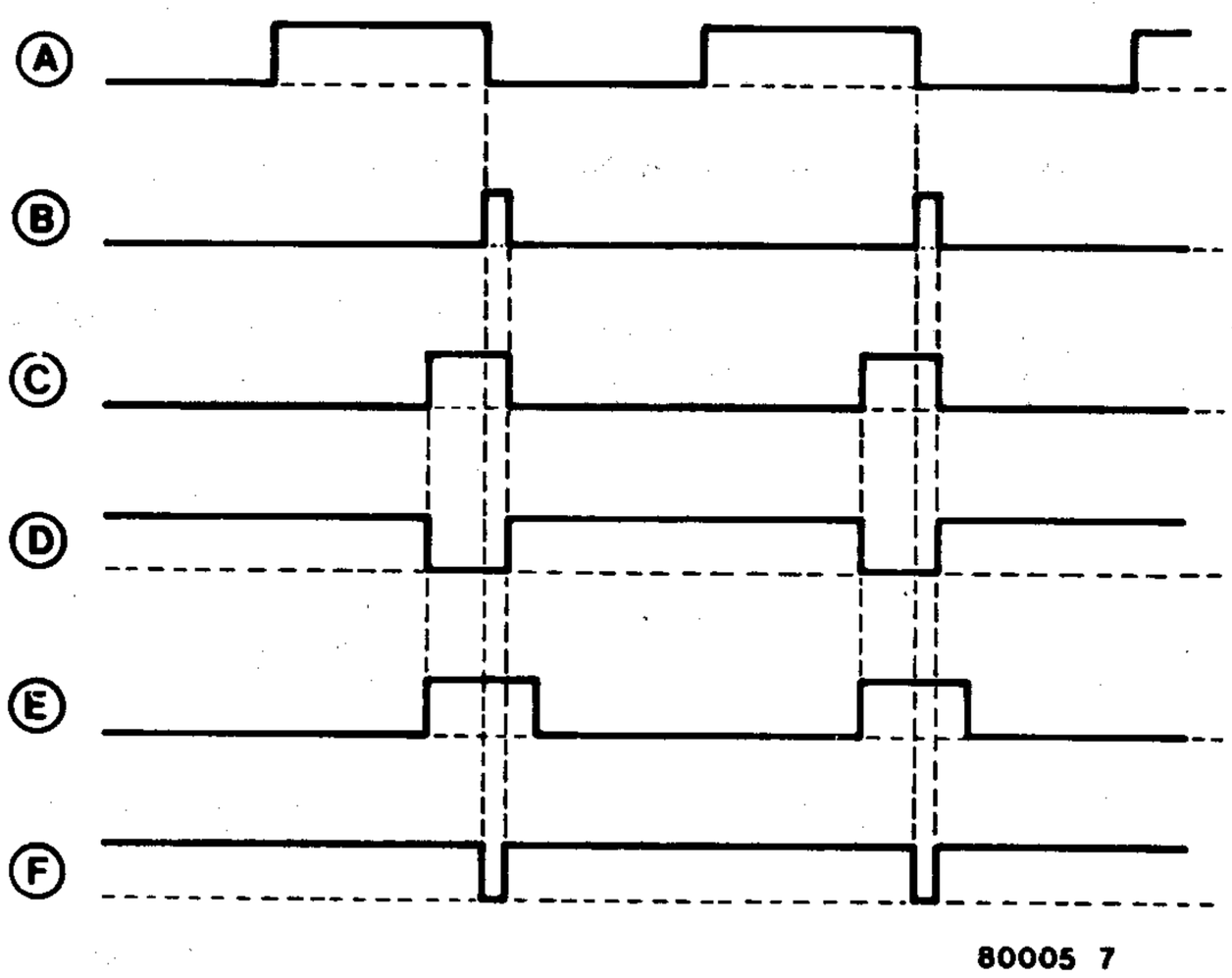



**Figura 7. Seis señales correspondientes a los puntos marcados de la figura 6. Se supone que la entrada cuadra es una frecuencia de resonancia del filtro produciéndose impulsos negativos de salida en F.**

8

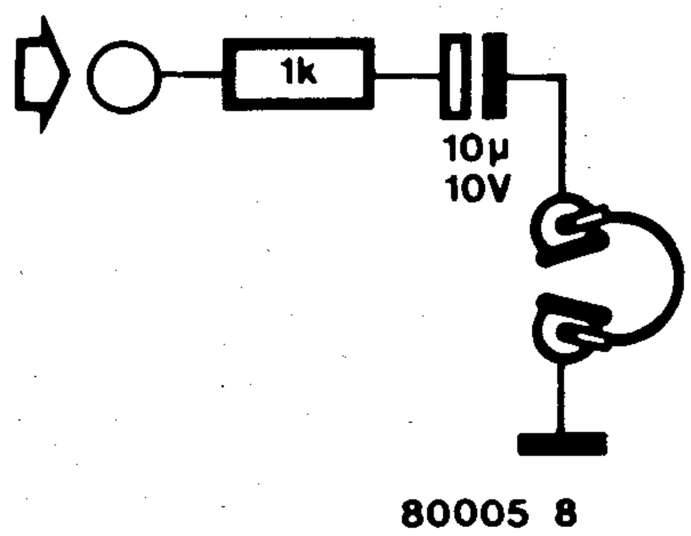



**Figura 8. Para ajustar la unidad de control remoto se utiliza este sencillo circuito. Los auriculares deben ser de alta impedancia.**

la frecuencia de resonancia del filtro digital como se explicará más adelante.

## Sistema completo

La construcción de la unidad de control remota del sistema no debe presentar ninguna dificultad especial.

Como se explicó anteriormente, el transmisor (figura 3) tiene dieciséis entradas de control. Para producir una señal de control debe conectarse la correspondiente entrada al común de alimentación (por ejemplo utilizando un pulsador). No es necesario un interruptor para conectar y desconectar la alimentación ya que esta función la realiza el interruptor electrónico formado por T17 y T18.

Cada receptor está formado por un circuito como el mostrado en la figura 5 y uno más de los circuitos mostrados en la figura 6. Si se utiliza un transductor de alta impedancia, debe utilizarse la entrada formada en torno al transistor FET T1 (figura 5). Cuando se pone a punto el circuito transmisor debe comprobarse la señal a la salida de A2 en el receptor (A en la figura 5). Esta señal puede medirse pero creemos que es mejor oirla. Para ello se utilizan unos auriculares de alta impedancia en serie con una resistencia y un condensador, tal como se indica en la figura 8. Este pequeño circuito se conectará entre el punto A del receptor y el común de alimentación. A continuación se activa una de las entradas del transmisor ajustando P1 hasta percibir un tono en los auriculares. Este tono debe producirse en una pequeña parte del recorrido del cursor de P1. El cursor de P1 debe situarse en el centro de este pequeño recorrido para ajustar el filtro correctamente.

## El camino más corto: utilizar 2 circuitos integrados

Con todas sus ventajas, la unidad de control remoto descrita anteriormente nunca resultará triunfadora cuando se trate de utilizar un número reducido de componentes. Lógicamente los fabricantes de televisores prefieren unidades de control muy reducidas. Por esta razón se han producido diversos circuitos integrados que puedan satisfacer esta demanda. Un circuito integrado para el transmisor y otro en el receptor evita una gran cantidad de trabajo en el proceso de fabricación.

La firma Plessey es uno de los fabricantes que suministra un par de circuitos integrados que realizan esta misión. La segunda unidad de control que vamos a describir está constituida fundamentalmente por los circuitos integrados SL 490 (transmisor) y ML 920 (receptor). Estos circuitos integrados pueden utilizarse tanto en un sistema de control con infrarrojos como en un sistema de control ultrasónico. Por diversas razones creemos que es preferible utilizar el sistema ultrasónico.

Como creemos que no resultará de mucha utilidad el discutir ampliamente el funcionamiento de este par de circuitos integrados nos limitaremos a describir los circuitos prácticos.

Como ya hemos visto, una de las ventajas de estos circuitos integrados estriba en la posibilidad de transmitir tanto señales analógicas como digitales.

En la figura 9 se da el circuito transmisor basado en el SL 490. Como en el sistema de control precedente, las señales de control pueden producirse por medio de pulsadores. En este caso sin embargo, estos pulsadores se conectan en forma de matriz como si se tratara de una calculadora. Se utiliza una matriz de 4×8, lo que implica que pueden utilizarse hasta 32 pulsadores. De estos 32 pulsadores (supuesto que se han utilizado todas las posiciones posibles) sólo debe actuarse 1 a la vez. Cuando se actúa un pulsador, su posición se convierte en un código binario de 5 bits en el circuito integrado. Estos códigos van desde 00000 para el pulsador situado en el extremo superior izquierda a 11111 para el pulsador situado en el extremo inferior derecho; estos códigos se incrementan progresivamente de izquierda a derecha y de arriba a abajo como si se leyeran las líneas de una página. De este modo, los dos bits de la derecha determinan la posición en la fila mientras que los otros 3 bits determinan la fila de que se trata.

Este código de 5 bits se transmite mediante un tipo especial de modulación, en el cual cada valor instantáneo de la onda determina la posición en el tiempo de un impulso (PPM = pulse position modulation = modulación por la posición de los impulsos). Se transmiten series de 6 impulsos de modo que los 5 intervalos existentes entre estos impulsos son más o menos largos dependiendo del código de 5 bits. Una pausa larga corresponde a un 0 lógico y un intervalo corto se corresponde con un 1 lógico. En la figura 10 se ilustra lo que acabamos de decir. El potenciómetro P1 se utiliza para ajustar correctamente la relación de duraciones impulso/pausa. El intervalo entre dos impulsos debe ser aproximadamente 20 ms. para 1 lógico y 30 ms. para un 0 lógico mientras que la duración del impulso debe ser de 10 ms. La portadora ultrasónica se tansmite durante el impulso y su frecuencia se ajusta mediante P2. Un buen valor para

9

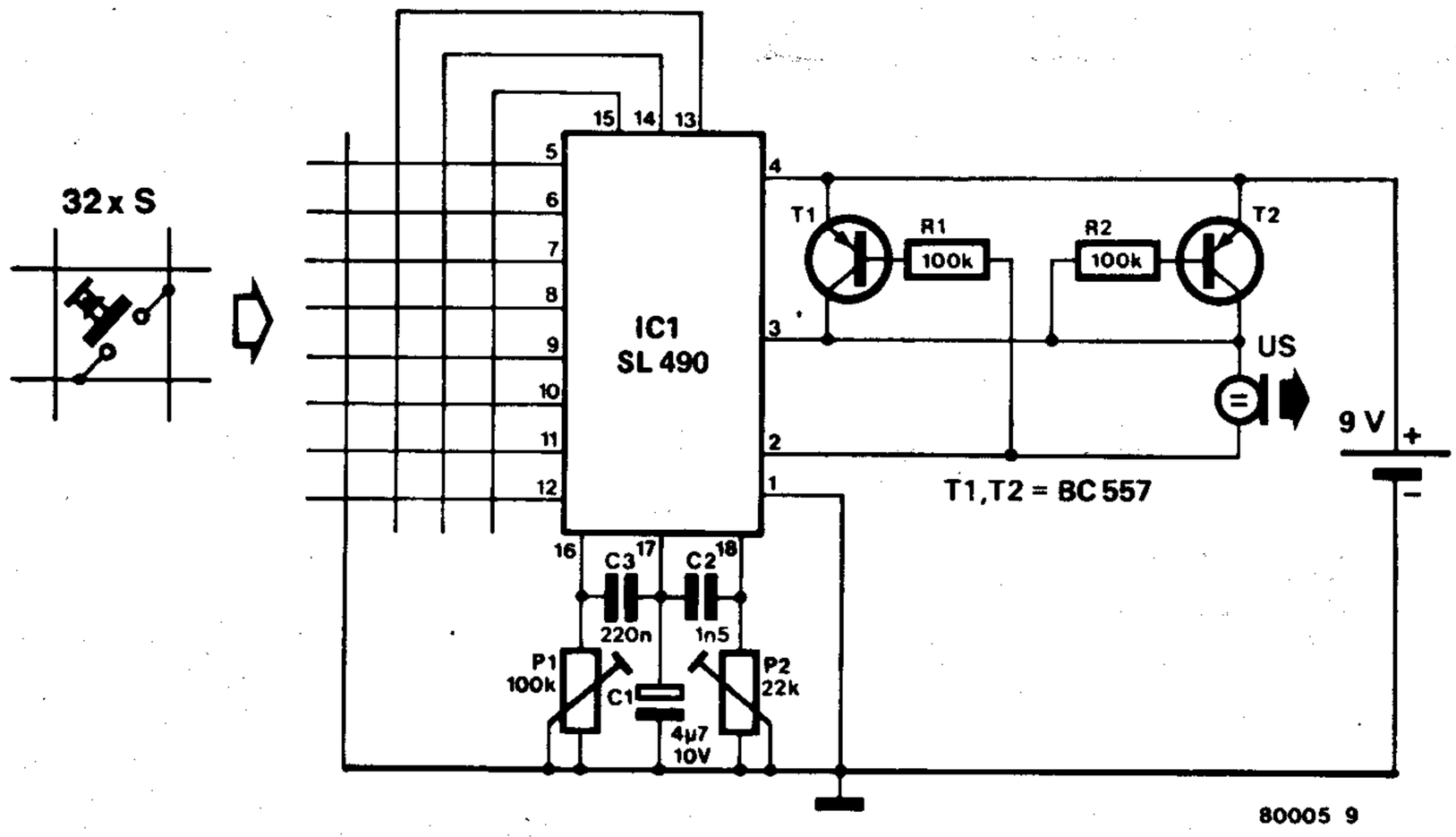



**Figura 9. Transmisor totalmente integrado.**

esta frecuencia puede ser 40 kHz. Se han añadido varios transistores para amplificar la corriente que circula por el transductor, ya que el circuito integrado sólo puede suministrar 5 mA. Asimismo de este modo se amplía el margen del sistema. Como en el sistema de control descrito en el primer lugar, este tiene (incluido en el circuito integrado) un interruptor electrónico para la alimentación de manera que si no se transmite ninguna señal de control el consumo para una batería de 9V es sólo de 6 $\mu$A.

## El receptor

Las señales ultrasónicas emitidas por el transmisor pueden ser decodificadas por un receptor que utilice el circuito integrado ML920. Este circuito integrado está destinado en principio para ser utilizado en receptores de televisión pero no existe ningún problema en utilizarlo para otras aplicaciones. Las 32 órdenes que produce el SL490 no son decocificadas todas como digitales sino que algunas se decodifican como analógicas.

Antes de ver con más detalle lo que puede realizarse con el ML920 junto con el S1490 veamos primeramente qué es lo que no puede hacer: amplificar y demodular la señal ultrasónica. Este circuito integrado espera recibir una serie limpia de impulsos, tal como se indica en la figura 10 sin ninguna componente ultrasónica. Por tanto es necesario intercalar un preamplificador y un demodulador entre el transductor y el circuito integrado. Esto no supone ningún problema, como veremos.

10




**Figura 10. El circuito integrado transmite el código de 6 bits en una cadena de 6 impulsos (aquí se representan dos trenes de impulsos). La información está contenida en los intervalos entre impulsos: un 1 lógicc produce un corto intervalo entre impulsos, mientras que un cero lógico se codifica como un intervalo más largo. Los dos trenes de impulsos representadcs corresponden al mismo código: 10100.**

En la figura 11 puede verse el circuito que destila las órdenes de los impulsos de salida. Si no contamos la salida «monitor» que se utiliza para realizar el ajuste, existen 13 verdaderas salidas, las cuales están divididas en tres grupos: tres salidas analógicas (A1...A3), 5 salidas digitales (D1...D5) y 5 salidas de «canal» (C1...C5).

Las salidas de canal tienen por misión seleccionar los diversos canales de un receptor de televisión. Con estas 5 salidas pueden seleccionarse 20 canales distintos: el número del canal deseado (0...19) aparece como un código binario de 5 bits (00000...10011) en las salidas C1...C5. Cuando se produce en la unidad de control una de las órdenes comprendidas entre 0000 y 10011, las salidas de canal toman el mismo valor. Siempre que el valor presente en las salidas C cambian (es decir, cuando se quiere cambiar el canal) aparece un corto impulso en la salida digital D4. Este impulso pude utilizarse para diversas misiones. Si en la unidad de control se produce una orden superior a 10011 las salidas de control permanecen sin cambios y no se produce ningún impulso en la salida D4.

También es posible recorrer automáticamente todos los canales. Mediante la orden 10101 el receptor recorre todos los canales en orden ascendente; el código 11101 hace

**Tabla 3**

**Funciones y señales de control para las salidas analógicas de la figura 11.**

| salida | aumento | disminución | función |
|---|---|---|---|
| A1 | 10100 | 11100 | saturación del color |
| A2 | 10110 | 11110 | volumen |
| A3 | 10111 | 11111 | brillo |

11

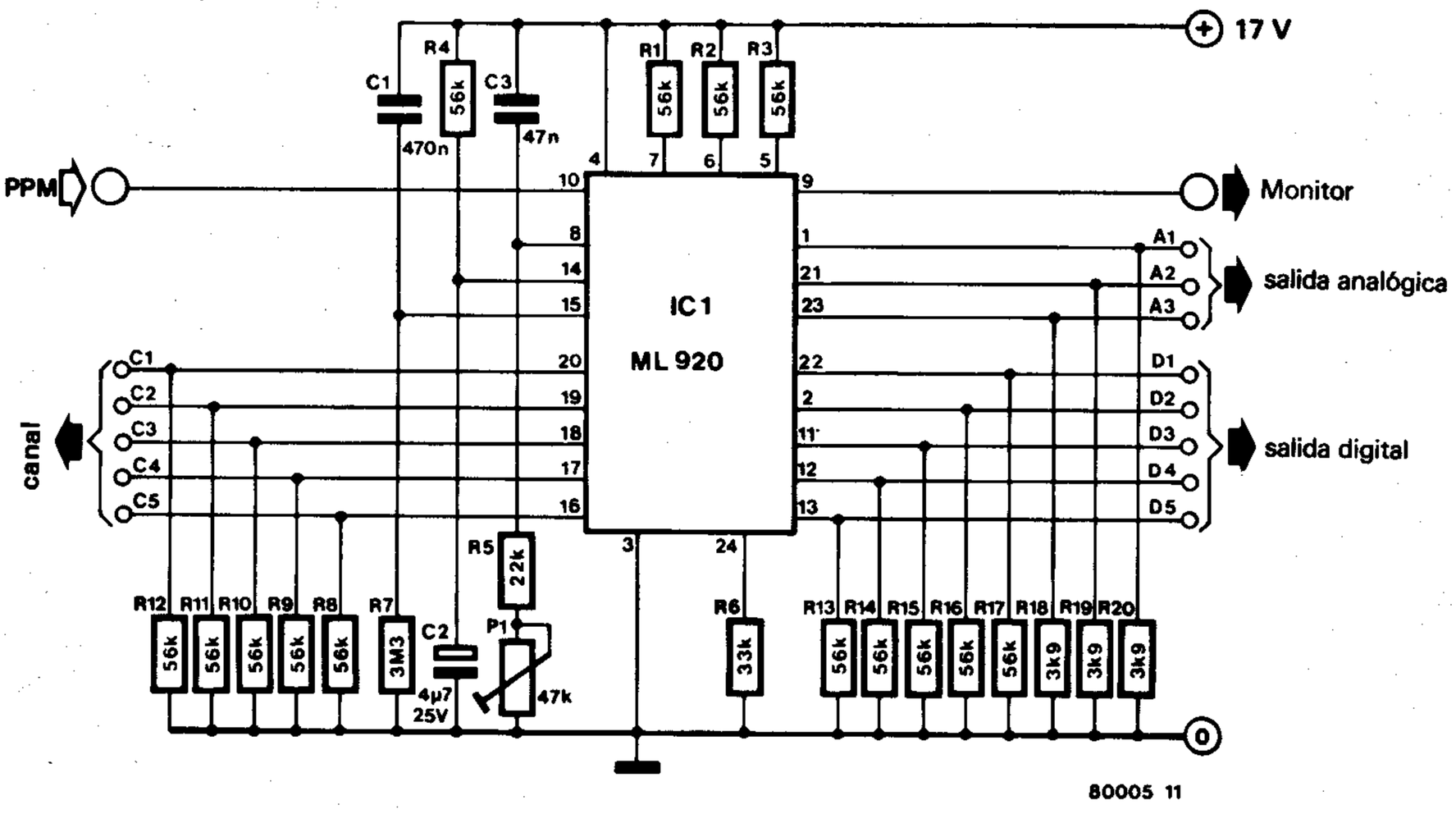



**Figura 11. Este circuito decodifica trenes de impulsos, produciendo una serie de salidas digitales y analógicas destinadas a controlar las diversas funciones de un televisor en color.**

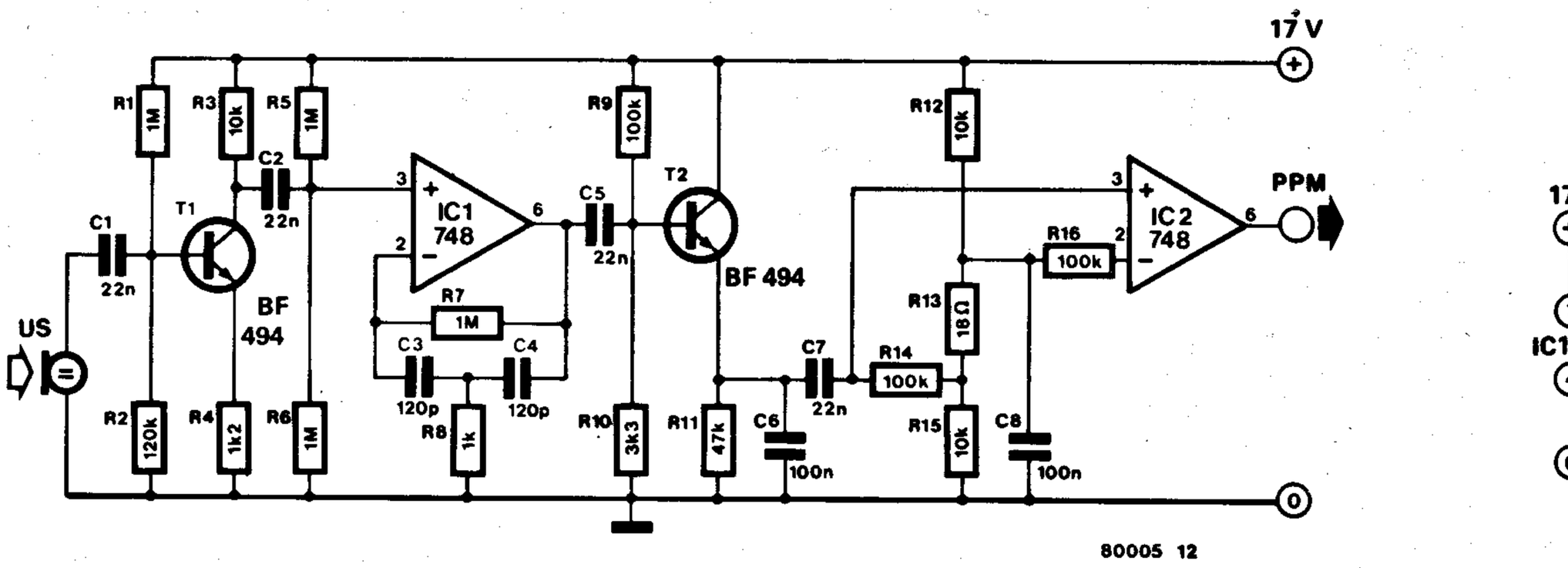



**Figura 12. Este preamplificador y demodulador puede incluirse entre el transductor y el circuito de la figura 11.**

que este recorrido se realice en sentido contrario. Si en alguna aplicación se desea disponer de los 20 canales independientemente en vez del código de 5 bits, éstos podrán ser demultiplexado mediante un circuito integrado adecuado (por ejemplo un 4514). En este caso conviene observar que el ML 920 utiliza lógica negativa con lo que el 0 lógico corresponde a la tensión positiva de alimentación y el 1 lógico es equivalente a 0V.

Las salidas analógicas del ML 920 se utilizan para controlar el volumen, el brillo y la saturación de color. Las tensiones en estas salidas varían en 16 saltos. En la tabla 3 se dan sus funciones y las correspondientes señales de control.

La salida digital D2 se utiliza para eliminar el color: produce un 0 lógico (tensión positiva de alimentación) cuando la salida analógica de color A1 está a 0V (lo cual corresponde a ausencia de color). Existe también una orden de silencio que permite eliminar temporalmente el sonido: la señal de control 11ØØ1 conmuta la salida D1 alternativamente a nivel bajo y a nivel alto. La salida D3 proporciona la señal de

marcha/paro para el receptor, siendo el código correspondiente 11ØØØØ. Finalmente, la orden «selección básica» sitúa automáticamente las 3 salidas analógicas a un nivel intermedio (aproximadamente a un tercio de su imagen).

Existe un solo ajuste en el ML920. Este ajuste debe realizarse de modo que aparezca una onda cuadrada en la salida monitor (patilla 9) con un período que sea un veinteavo del intervalo de tiempo correspondiente a un 0 lógico en la señal PPM.

Como dijimos antes, no puede conectarse directamente el transductor al circuito integrado. Es necesario un preamplificador que a la vez elimine las componentes de 40 kHz presentes en la señal. En la figura 12 se da un circuito que realiza esta función. La señal ultrasónica es amplificada por T1. IC1, con sus componentes asociados, funciona como un filtro pasabanda para las componentes de 40 kHz. La razón principal de incluir este filtro es eliminar el segundo y tercer armónicos de las frecuencias de línea del televisor (31.3 kHz y 46,9 kHz).

Mediante el filtro pasa-bajo construido en torno a IC2 se demodula la señal ultrasónica.

La salida del circuito de la figura 12 puede conectarse directamente a la entrada del circuito de la figura 11.

# Apéndice: algunas ideas sobre la transmisión sin hilos

Para transmitir señales de control u otros datos «sin hilos» existen diversas posibilidades.

El sistema más corriente es transmitir por radio. La unidad de control contiene en este caso: todos los controles, un transmisor miniatura de radio y un circuito que codifica las señales de control para su transmisión. El equipo que va a ser comprobado contiene un receptor y un circuito decodificador que reproduce las señales de control originales. Los radio-enlaces de este tipo tienen muchas ventajas (por ejemplo un amplio margen para un consumo muy bajo) pero también tienen algunas desventajas, la más importante de ellas es la prohibición legal de utilizar radioenlaces sin la correspondiente licencia. Esto impide su empleo en aquellos campos en que es estrictamente la única posibilidad (por ejemplo el control de aviones en miniatura).

Evidentemente el radio control no es adecuado para utilizaciones domésticas, como alternativa podemos considerar el utilizar una señal luminosa: una fuente luminosa en la unidad de control, un detector de luz en el receptor y los correspondientes circuitos codificadores y decodificadores es lo único que necesitaremos. Para evitar que la casa se convierta en una discoteca es una práctica común utilizar enlaces luminosos invisibles al ojo humano: infrarrojos en otras palabras. Esto tiene la principal ventaja adicional de penetrar el humo y el polvo bastante mejor que la luz visible.

Sin embargo, el control remoto por infrarrojos no es la solución ideal. En primer lugar no es fácil tener un detector en el receptor que sea suficientemente sensible, ya que la fuente emisora de luz infrarroja no puede ser especialmente potente, so pena de tener que cambiar las pilas cada vez que se emite una señal de control. Por otra parte los rayos infrarrojos son luz y la luz se transmite siempre en línea recta y si bien es verdad que al ser reflejada por todo tipo de objetos acaba llegando al receptor también es cierto que una gran cantidad de su potencia se ha perdido en el camino. Por si todo esto fuera poco existen gran cantidad de emisores infrarrojos por todas partes: el calor es infrarrojo, las lámparas de incandescencia emiten más cantidad de energía en la zona infrarroja de lo que sería de desear, etc. Todo esto significa que sólo llega al receptor una pequeña parte de la señal infrarroja deseada y además va acompañada de gran cantidad de interferencias. Por esta razón tanto el circuito emisor como el receptor deben ser altamente sofisticados para poder distinguir entre las señales de control y el «ruido».

## Un sistema sonoro

Hemos visto que ni la radio ni los rayos infrarrojos son adecuados para su uso doméstico. El primero está prohibido y el segundo no funciona demasiado bien o en última instancia es difícil conseguir hacerlo funcionar correctamente.

Afortunadamente existe una tercera opción: las ondas sonoras. Para las utilizaciones domésticas ese sistema es mucho más práctico. En particular resulta bastante fácil llenar una habitación con sonido, ya que las ondas rebotan por todas partes. Esto también es cierto cuando se utilizan las frecuencias relativamente elevadas necesarias para el control remoto.

Al tratar los enlaces luminosos señalábamos que era preferible utilizar luz invisible para evitar las molestias que supondría utilizar luz visible. Por la misma razón será preferible utilizar ondas sonoras no perceptibles por el oído humano: estamos hablando, evidentemente, de los ultrasonidos.

La utilización de ultrasonidos tiene una ventaja adicional: los altavoces de los micrófonos (a los que nos referimos como transductores en nuestro caso) resultan de poco tamaño y económicos. Además son enormemente eficientes para consumos eléctricos modestos.

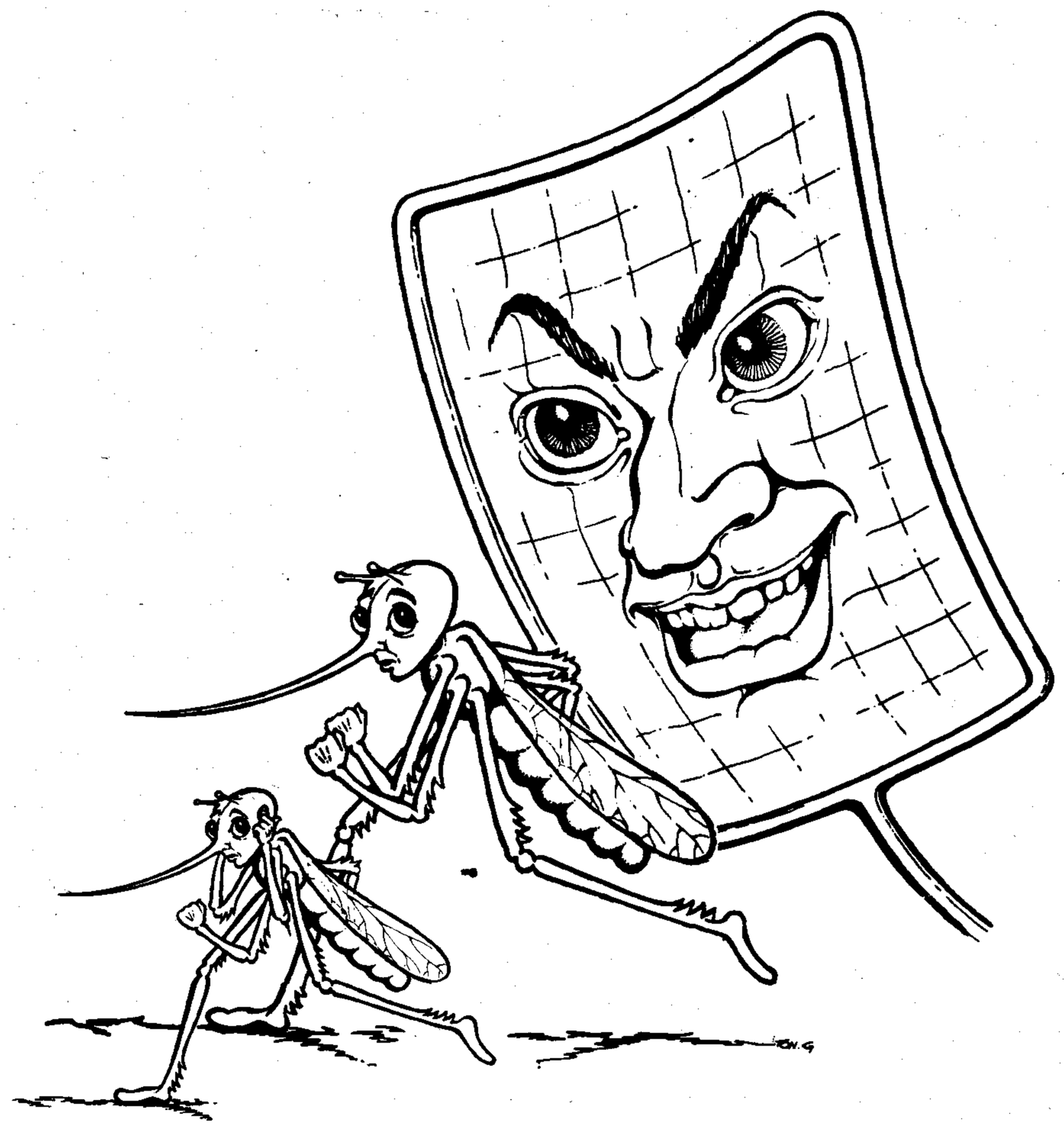
Cabe preguntarse porqué no se utilizan siempre ultrasonidos para los sistemas de control remoto. ¿Es que existen algunas desventajas? Evidentemente existen: los transductores son mucho más voluminosos que los diodos emisores de infrarrojos, son más frágiles, existen también emisores de interferencias ultrasonoras (por ejemplo los manojos de llaves) que hacen necesarios un sistema a prueba de interferencias para la codificación y decodificación de las señales. Existe también un problema importante que vamos a estudiar con detalle:

## El efecto Doppler

Uno de los problemas más importantes que se presentan en los sistemas que utilizan ultrasonidos es el efecto Doppler. Como todo el mundo sabe si un objeto o una persona está transmitiendo una onda sonora y se mueve en dirección al oyente, este último percibe el sonido a una frecuencia superior a la que es emitido. Del mismo modo si el emisor y el receptor se mueven de modo que aumenta la distancia entre ellos el sonido percibido por el oyente tiene una frecuencia inferior a la de emisión. Un ejemplo conocido es el sonido del tren: antes de llegar a nosotros emite un sonido mucho más estridente que después de adelantarnos. Evidentemente el tren no cambia el tono de su pitido al adelantarnos a nosotros, o sea, la frecuencia que nosotros escuchamos es distinta de la que el tren está transmitiendo.

Aunque es poco probable que nos movamos por el interior de nuestra casa a la velocidad de un tren express, el efecto Doppler resulta bastante molesto cuando se utiliza un enlace ultrasónico (sucede lo mismo con los enlaces infrarrojos aunque en menor medida).

Cuando se diseña un sistema de control remoto debe ponerse especial cuidado en que el sistema sea relativamente insensible a los desplazamientos de frecuencia causados por este efecto. Afortunadamente esto no resulta demasiado complicado. Los dos diseños dados en este artículo son insensibles al efecto Doppler.



# cazamosquitos electrónico

**Resulta realmente desesperante pasar tantos meses esperando la llegada del verano con las perspectivas de las vacaciones, excursiones, fines de semana en el campo, etc., para después tener que pasarnos las horas cazando mosquitos. ¿Se ha dado usted cuenta de que 2 noches sometido a los furiosos ataques de estos enemigos hereditarios de la humanidad son suficientes para dejar su magnífica y bronceada piel como un paisaje lunar? Y esto sin hablar de las horas en blanco pasadas en un vano esfuerzo por alejar este zumbido volador. Si este es su problema... lea este artículo.**



Existen muchos aspectos agradables en el verano, es maravilloso dejar atrás los sombríos y lúgubres días del invierno para entrar en el tiempo de los largos días soleados. Al final de la jornada y después de una magnífica ducha relajante usted se dispone a sentarse en su sillón favorito de la terraza cuando... de repente aparece su peor enemigo: el mosquito.

Ahora ya puede usted olvidar sus temores. Pensando en estos problemas los técnicos de Elektor después de estudiar cuidadosamente la situación han llegado a una solución muy interesante. No puede ser más sencillo ni más pequeño, cualquier mosquito por atrevido que sea desaparecerá inmediatamente al oír el zumbido ultrasonoro (es decir, no perceptible por el hombre) de este montaje.

Siempre resulta agradable encontrar en las páginas de esta revista un circuito tan sencillo y tan eficaz en lugar de los sistemas basados en los microprocesadores a los que nos tiene acostumbrados. El cazamosquitos electrónico necesita únicamente nueve componentes, pero antes de pasar a la realización del montaje puede ser interesante tener una idea de contra quién vamos a luchar y de por qué un mosquito nos da tanta lata.

## Los mosquitos: sus costumbres y su idiosincracia

Se ha comprobado científicamente que algunos sonidos de alta frecuencia alejan a los irritantes insectos; no se trata de ningún nuevo descubrimiento. Es un hecho, que de vez en cuando un auto calificado inventor presenta un aparato capaz de cazar los mosquitos. En cualquier caso «el invento» utiliza siempre el mismo principio. Contrariamente a lo que se hacía en el pasado (en el que los mosquitos eran espachurrados, o rociados de insecticida sin tener la menor consideración con su sexo, sus costumbres o sus ocupaciones), ahora se trata a estos enemigos públicos de forma biológica. Lo cual quiere decir que se ha estudiado su vida privada para llegar a la conclusión de que, si bien todos zumban, sólo las hembras pican, pero además se ha observado de entre ellas sólo las futuras mamás son las causantes de estas picaduras que tanto nos molestan. Por otra parte, se ha podido determinar que en esa circunstancia éllas huyen de los sujetos machos de su especie como de la misma peste (lógicamente usted pensará que ya no existe ninguna razón para ello porque el mal ya está hecho, sin embargo ¿quiénes somos nosotros para juzgar los secretos designios de la naturaleza?). La solución evidente a nuestros problemas consiste en reproducir el zumbido del macho, lo cual permitirá convertir su dormitorio en un lugar totalmente seguro para su sueño.

El siguiente punto a considerar es el de la frecuencia. Una vez comprobadas las mayorías de las frecuencias comprendidas entre 1 kHz y 30 kHz los mejores resultados se obtuvieron con las frecuencias cercanas a 5 kHz.

## ¿Pero realmente funciona?

Siempre cabe la duda de si los mosquitos se «esfumaran» tan rápidamente como nosotros decimos. Lo mejor que podemos hacer, ante la imposibilidad de poderle preguntar directamente a un mosquito, es ir a

consultar a un parasitólogo. El que nosotros consultamos se mostró bastante escéptico con nuestro cazamosquitos, llegando a decir que algunas frecuencias podían resultar atractivas para los mosquitos en lugar de rechazarlos. Lógicamente nosotros atribuimos esta opinión pesimista a su deformación profesional.
Pero veamos cuál es nuestra situación.
Existe un procedimiento consistente en una luz azul que atrae a los mosquitos, rodeada de una rejilla sometida a alta tensión y en la que los insector encuentran una muerte atroz. Pero nosotros pensamos que la electrocución es una solución demasiado bárbara.
Existen también diversos montajes que incluyen un simulador de murciélagos (de todos es sabido que los murciélagos son conocidos como unos grandes comedores de mosquitos), pero desgraciadamente no resultan eficaces.
Así pues, ¿por qué comprar un cazamosquitos con un dinero que cada día resulta más escaso si el cazamosquitos que nosotros le proponemos es tan fácil de realizar? Efectivamente su eficacia está por probar. Pero también es cierto que hasta ahora nadie ha podido probar que sea ineficaz. En otras palabras, no hay nada que perder en realizar este circuito y muy probablemente resultará enormemente divertido.
Es de desear que nuestros lectores después de realizar este circuito envíen sus resultados experimentales a nuestra redacción. ¿Quién sabe? ¡a lo mejor acierta usted con la frecuencia adecuada!

## El circuito

Debido al pequeño tamaño y a la sencillez del circuito no son necesarias demasiadas explicaciones.
Para la alimentación del circuito se utiliza una pila tipo R6. En la búsqueda de un circuito lo más sencillo posible nuestros técnicos se pasaron mucho tiempo discutiendo la conveniencia o no de utilizar tal o cual circuito integrado, tal o cual alimentación, etc. hasta que, persuadido de que los hechos valen más que cien palabras un técnico cogió un soldador y acabó realizando un multivibrador astable formado por dos transistores corrientes del tipo BC 547. Utilizó también un altavoz telefónico de material de deshecho. El montaje funcionaba perfectamente incluso con una tensión de alimentación de 0,7 V. En la figura 1 se da el esquema completo. Utilizando los valores indicados la frecuencia de oscilación será, aproximadamente, de 5 kHz. Este valor puede variarse cambiando los valores de R2, R3, C1 y C2.
Obsérvese que debido a que C2 es cuatro veces mayor que C1 el ciclo de trabajo del circuito será del 25 por 100. Esto se ha hecho a propósito para que la salida tenga menos armónicos.
El altavoz telefónico se conecta a los colectores de los dos transistores. Esto puede parecer un poco extraño, sin embargo, permite que la excursión de la señal de salida sea el doble de la tensión de alimentación.
Algunos lectores habrán reconocido una especie de puente amplificador, bueno, pues efectivamente es así.
El consumo de nuestro circuito es apenas de 300 $\mu$ A. Esto significa que si utilizamos para la alimentación una pila de 1,5V, como las utilizadas para pequeñas linternas de bolsillo (las cuales proporcionan 500 mA/hr) podremos perseguir a nuestros enemigos durante 1.500 horas como mínimo. Evidentemente las características del circuito son suficientes para hacerles huir.

1

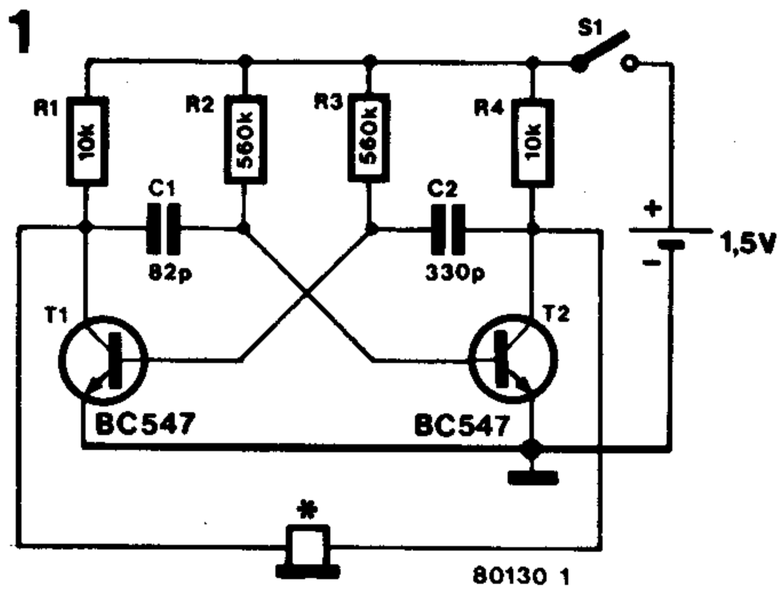



**Figura 1. Esquema del cazamosquitos. El altavoz telefónico produce un tono de 5 kHz.**

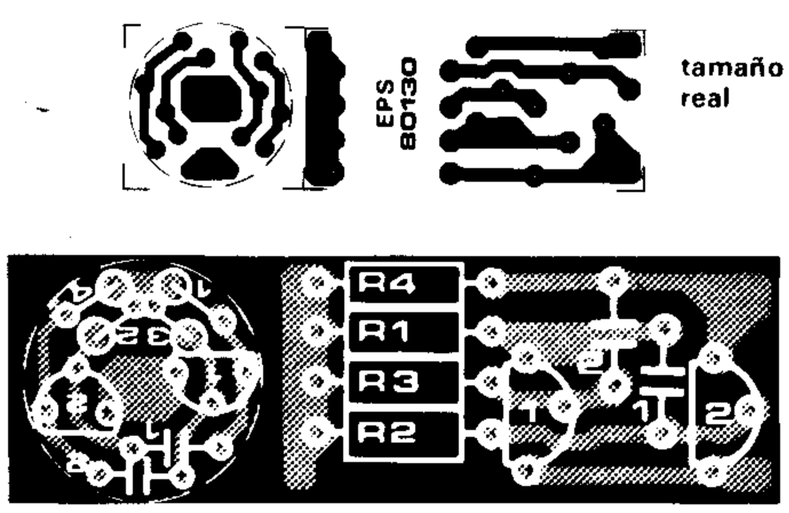



**Figura 2. Los dos circuitos impresos y sus disposiciones de componentes. Puede utilizarse cualquiera de los dos. Obsérvese que para mayor claridad se ha ampliado la serigrafía de componentes.**

**Lista de componentes:**

**Resistencias:**
R1,R4 = 10 k
R2,R3 = 560 k

**Condensadores:**
C1 = 82 pf
C2 = 330 pf

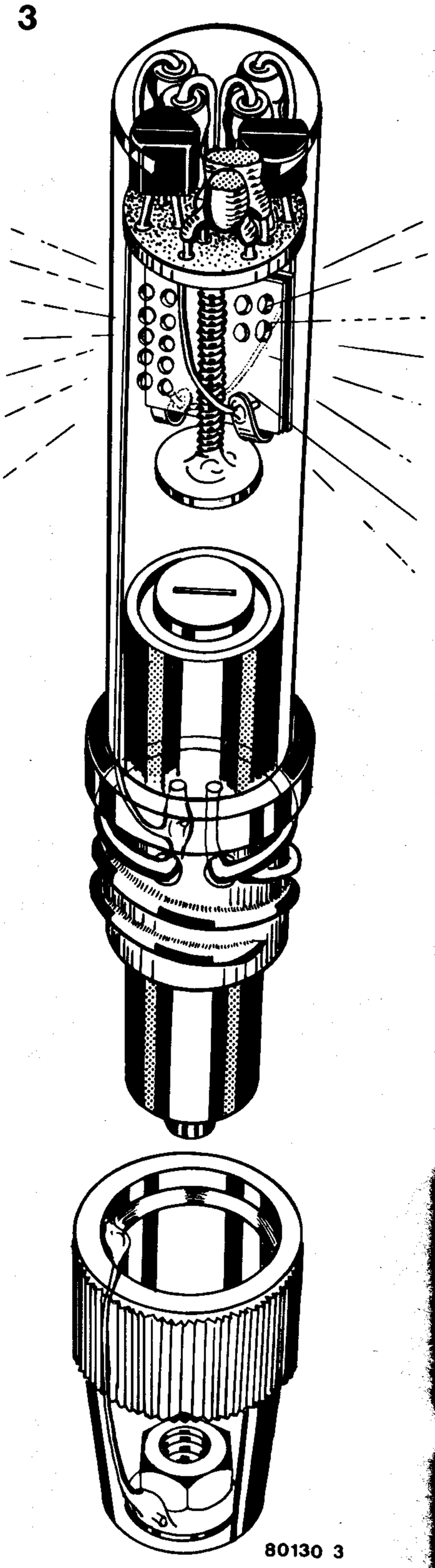
**Semiconductores:**
T1,T2 = BC 547

**Varios:**
**Cristal del altavoz de un auricular telefónico**

## Circuito impreso

Esta vez ofrecemos a nuestros lectores dos circuitos impresos por el precio de uno. De este modo dejamos total libertad a la hora de elegir el alojamiento del cazamosquitos. Los componentes pueden montarse tanto en una versión circular como en una versión rectangular. Al solicitarnos el circuito impreso 80130 nosotros enviamos los dos. Dado que los mandamos unidos bastará con cortarlos. En la figura 2 se muestran los dos circuitos impresos y sus correspondientes distribuciones de componentes.
Nosotros hemos montado nuestro prototipo en un viejo tubo de adhesivo, suficientemente grande para poder alojar la pila. Para el contacto del polo negativo hemos utilizado un tornillo de 2 mm soldado en el centro del circuito impreso. El contacto positivo se colocó en el tapón del tubo, tal como se indica en la figura 3.
El altavoz y el circuito impreso se colocaron en el extremo inferior del tubo con la pila sobre ellos.
La colocación del contacto positivo permite que al cerrar el tubo con su tapón se pueda conectar y desconectar el cazamosquitos.
En nuestro caso el altavoz telefónico resultó demasiado grande para nuestro alojamiento y hubo que desarmarlo. Afortunadamente esto no supuso ningún problema.
En la figura 3 se ilustra todo lo que acabamos de decir.

3



# alimentación de precisión

**En la calibración de los voltímetros es indispensable utilizar una referencia de tensión muy precisa. Esto es especialmente cierto en el caso de los voltímetros digitales, ya que en caso contrario serían inutilizables. Dado que se utilizan resistencias de precisión (de poca tolerancia) en el atenuador de entrada de un voltímetro digital, la tensión de referencia debe cumplir características de precisión más allá del margen básico de medida. Es por tanto necesario utilizar una tensión de referencia cuya precisión se corresponda, por lo menos, con la tolerancia de las resistencias del divisor. El módulo de alimentación de precisión que se describe en este artículo es capaz de suministrar varias tensiones de referencia con una precisión del 0,1 por 100. Con el fin de utilizar a fondo este grado de precisión, se ha utilizado este módulo en una fuente de alimentación de alta calidad.**

Todo el mundo sabe que es prácticamente imposible realizar una fuente de alimentación precisa a partir de componentes corrientes. Por otra parte es muy difícil encontrar componentes (tanto activos como pasivos) de baja tolerancia. Asimismo es absurdo pensar en obtener una tolerancia del 0,1 por 100 a base de conectar resistencias en serie y en paralelo. Por tanto, la única solución que queda es utilizar componentes integrados que lo incluyan todo. Sin embargo, la mayoría de los reguladores de tensión de precisión tienen el inconveniente de que sólo suministran una sola tensión.

Afortunadamente para nuestros propósitos, el equipo técnico de ELEKTOR encontró un circuito integrado de National Semiconductor que es capaz de producir varias tensiones de referencia y que posee excelentes características técnicas. El circuito puede utilizarse también como un regulador normal en una fuente de alimentación estabilizada. Estamos hablando del circuito integrado LH0075.

En la figura 1 se muestra el diagrama de bloques de la alimentación de precisión de ELEKTOR. Como puede observarse se trata de un circuito muy similar a otros de este género. Se ha incluído una pre-estabilización con el fin de limitar la entrada de tensión en el circuito integrado. Esta medida de protección está plenamente justificada por el precio de este circuito. Tanto la tensión como la intensidad pueden ajustarse por separado. Añadiendo dos transistores en serie se puede obtener una corriente de salida de hasta 2A. En la tabla 1 se dan las características técnicas del módulo.

En la figura 2 se muestra la estructura interna del circuito integrado. Una fuente de corriente constante alimenta a un diodo zener a través de un transistor de efecto de campo, el cual proporciona una tensión de referencia de gran precisión y muy estable con la temperatura (la variación es del 0,003 por 100/°C). Esta tensión de referencia se utiliza para generar otras dos corrientes constantes ($I_{set}$ y $I_{lim}$). La tensión de salida está determinada por la intensidad de 1 mA que circula por la resistencia $R_{set}$ y puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$U_0 = I_{set} \times R_{set}$$

La tensión presente en bornas de $R_{set}$ es enviada hacia el transistor serie interno, a través de un amplificador operacional. El circuito integrado contiene resistencias integradas con una tolerancia del 0,1 por 100 entre varias de sus patillas, las cuales pueden interconectarse con el fin de obtener diversas combinaciones de valores. La resistencia de valores 5k, 10k, 2k y 6k se encuentran respectivamente entre las patillas 9 y 7, 7 y 6, 6 y 5, y 8 y 4 (masa). La intensidad de salida está limitada por $I_{lim}$ (100 $\mu$A) y la corriente que circula por $R_{sense}$ y puede calcularse con la expresión:

$$I_{o(max)} = \frac{R_{lim}}{R_{sense}} \times I_{lim.}$$

Cuando la patilla 9 se conecta a masa a través de una resistencia de 25k se puede utilizar el circuito integrado como una fuente de corriente programable. En este caso la corriente de salida queda determinada por dos valores de $R_{lim}$ y $R_{sense}$. Si se utiliza un potenciómetro como $R_{lim}$ se obtiene una corriente de salida ajustable.

## El circuito

El circuito completo de la alimentación de precisión se da en la figura 3. La tensión máxima que puede suministrar el secundario del transformador se limita a 30V con el fin de que la tensión aplicada a IC2 no sobrepase el valor máximo permisible. La tensión alterna se rectifica mediante el puente de diodos B1 para ser filtrada a continuación mediante el condensador C1 antes de entrar en el pre-estabilizador IC1. El diodo LED D1 sirve para indicar si el circuito está bajo tensión o por el contrario está desconectado.

El diodo Zener D2 conectado entre la patilla 3 de IC1 y masa permite elevar la tensión de salida del circuito integrado a 30,2V con lo que se obtiene un nivel de señal seguro y adecuado a la entrada de IC2.

La tensión de salida del circuito puede ajustarse por medio del potenciómetro P2, el cual se conecta tal como se indica en la figura 4. El límite de la intensidad de salida se determina mediante P1, R2 y R6. La conexión de la resistencia R6 en paralelo con P1 permite reducir el valor máximo de la corriente de salida a 2A, mientras que la re-

Tabla 1

**Tabla 1. Características**

| | |
|---|---|
| Tensión variable de salida | 0 V... + 25 V |
| Tensiones fijas de salida | + 1,5 V, 2 V, 5 V, 6 V, 8 V, 10 V, 12 V, 15 V, 18 V |
| Precisión | 0.1% |
| Regulación de precisión | típica 0.008%/V |
| Supresión de rizado | 80 dB |
| Límites de regulación de corriente | 0... 2 A |
| Regulación de carga | típica 0.075% |

**Tabla 1. Características técnicas de la alimentación de precisión. Como se deduce de estas cifras, el módulo es muy preciso.**

1

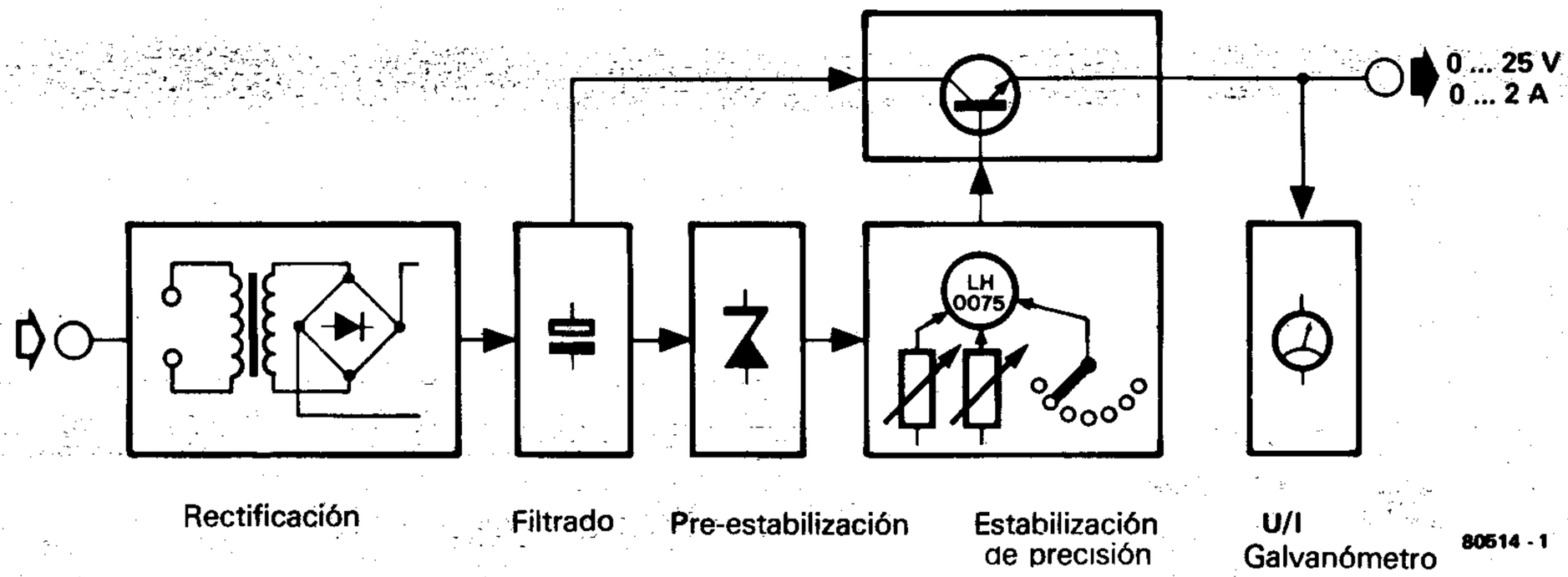



**Figura 1. Diagrama de bloques de la alimentación de precisión. La sección estabilizadora está formada por un circuito integrado (LH0075), dos potenciómetros y conmutador multicontacto.**

sistencia R2 (1 ohmio) cumple la misión de un detector de corriente. Un conmutador múltiple S3 (ver figura 4) conectado a las resistencias de precisión internas al circuito permite seleccionar el valor de la tensión de salida. Mediante este conmutador se pueden conectar las diversas resistencias en serie o en paralelo.

Los transistores T1 y T2 (2 Darlington de elevada ganancia de corriente) aumentan el valor máximo de la corriente de salida que puede suministrar la fuente de alimentación. Sus resistencias de emisor (R6 y R7) actúan de manera que la corriente que circula por ellos sea prácticamente la misma.

La resistencia R3 se utiliza como precarga de la alimentación. Los diodos D4 y D5 protegen el montaje contra los impulsos negativos.

Añadiendo un instrumento de medida de cuadro móvil y un conmutador bipolar se podrán supervisar la tensión y la intensidad de salida.

Cuando se destine este módulo para alimentar a circuitos de alta frecuencia, debe-

2

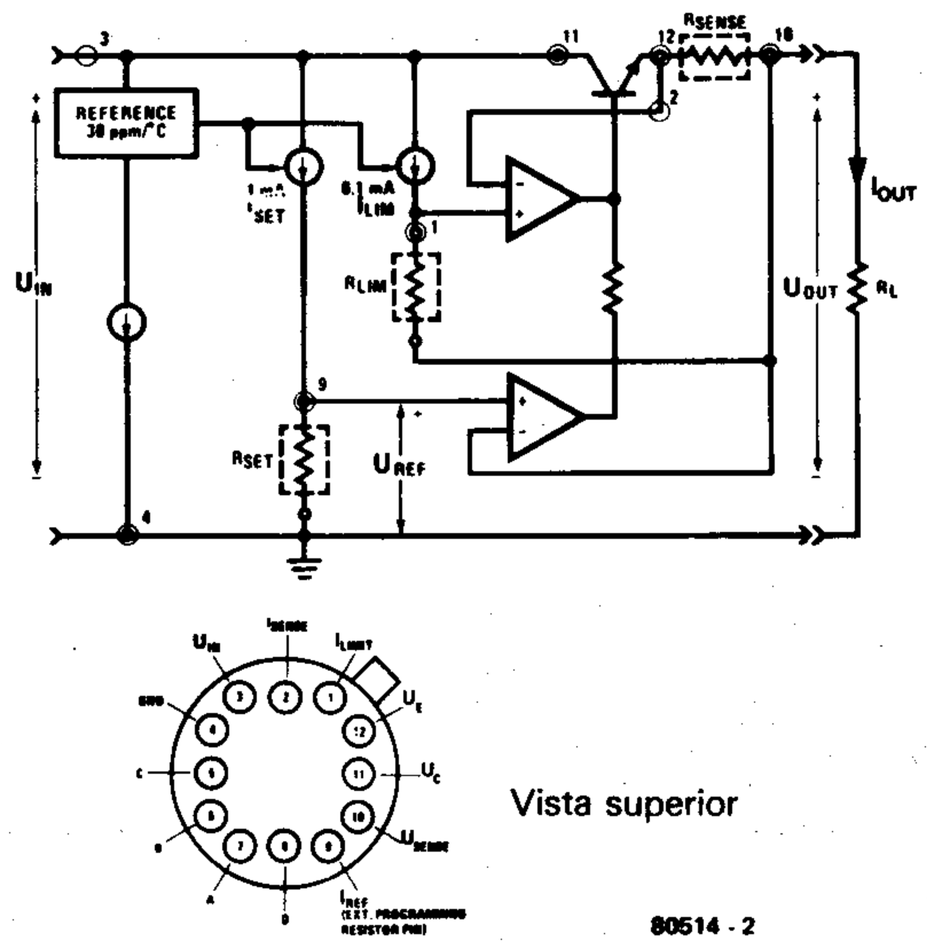



**Figura 2. Esquema interno y patillaje del LH0075. La cápsula está aislada eléctricamente**

3

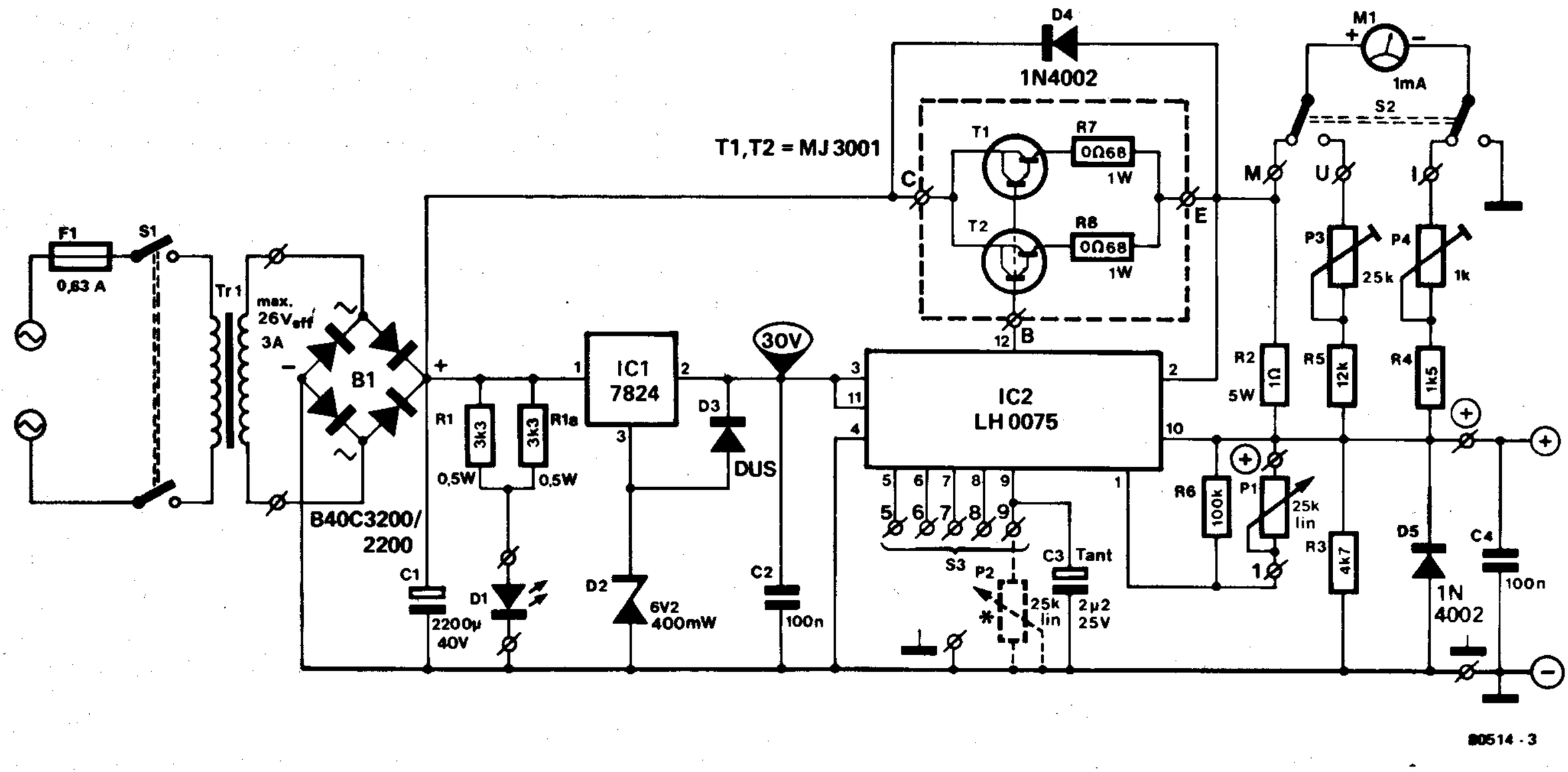



**Figura 3. Esquema completo de la alimentación de precisión. Se pueden ajustar varios valores de salida comprendidos entre 1,5 y 18V También puede ser variable continuamente entre 0,2 y 25V. La intensidad de salida puede limitarse a cualquier valor comprendido entre 0 y 2A.**

4

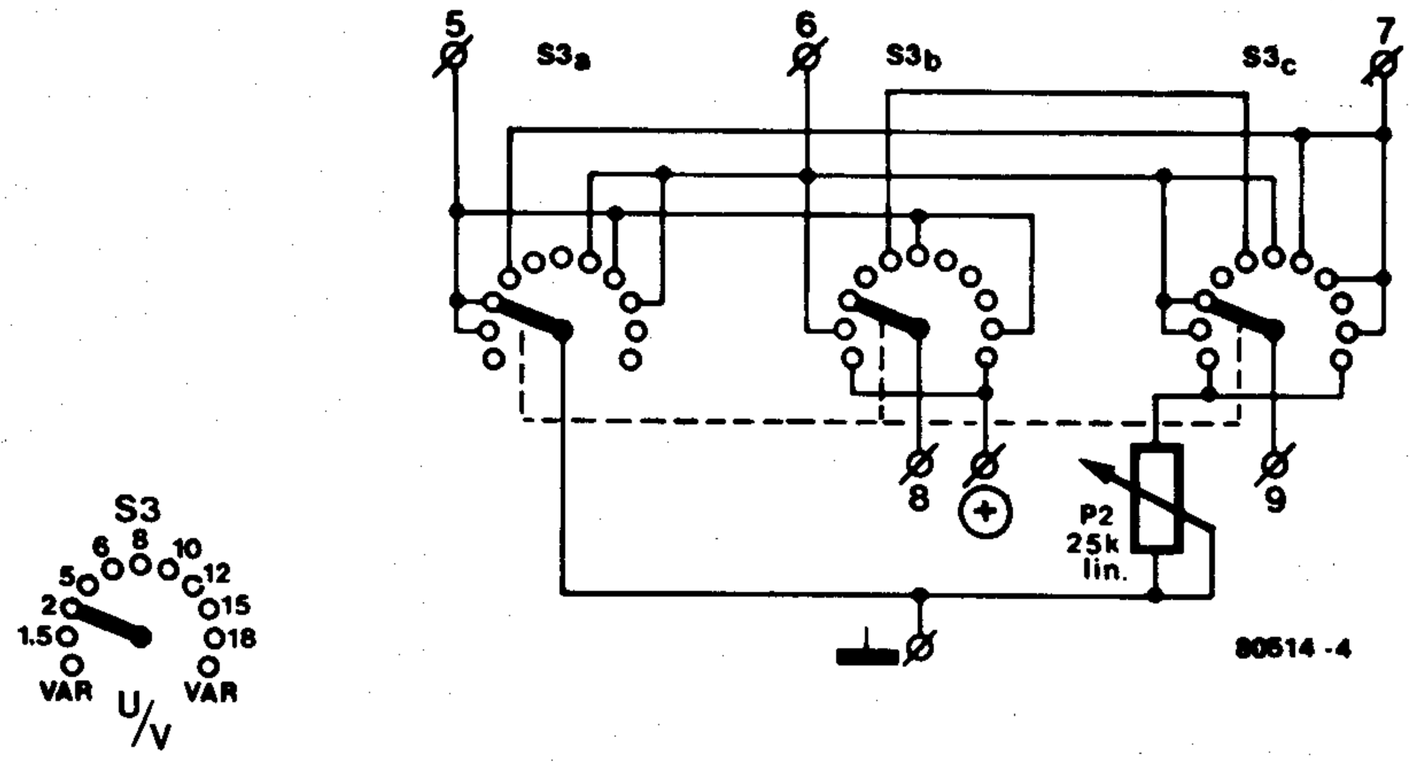



**Figura 4. Cableado del conmutador multicontacto S3. Dado que se utilizan tres circuitos de 11 posiciones, deberá verificarse el cableado cuidadosamente.**

## Lista de componentes

Resistencias

R1,R1a = 1k8/0.5 W
R2 = 1 Ω/2 W
R3 = 4k7
R4 = 1k5
R5 = 12 k
R6 = 100 k
R7,R8 = 0Ω68/1 W
P1,P2 = 25 k lin
P3 = 25 k ajustable
P4 = 1 k ajustable

condensadores

C1 = 2200 µ/40 V
C2,C4 = 100 n MKM
C3 = 2µ2/25 V de tántalo

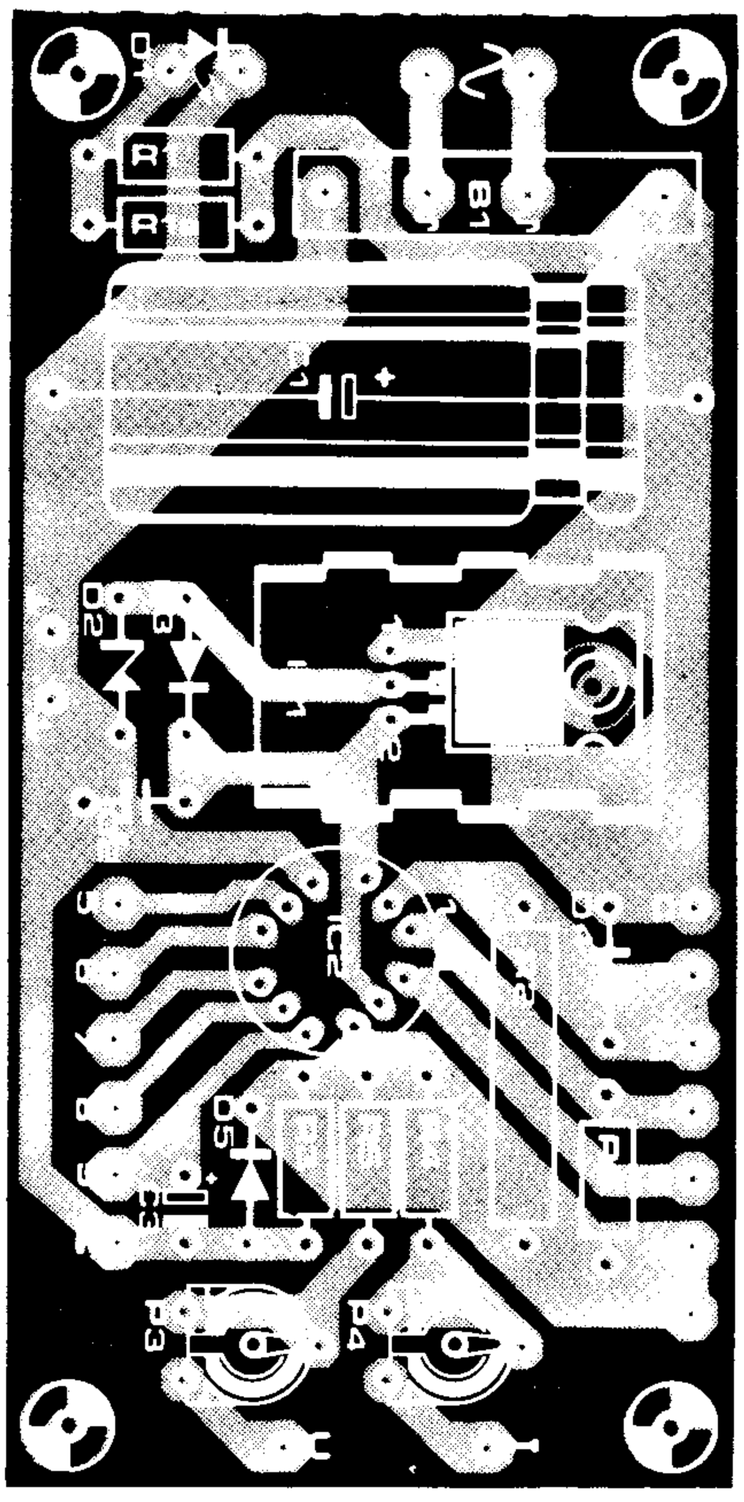
Semiconductores

D1 = LED
D2 = diodo zener 6V2/400 mW
D3 = DUG (OA 150)
D4,D5 = 1N4002
T1,T2 = 2N3055
IC1 = 7824
IC2 = LH 0075 (National)
B1 = B40C3200/2200 o
puente rectificador 100 V/4 A

Varios

Tr1 = 30 V/3 A Transformador
F1 = 0.63 A fusible
S1 = Interruptor
S2 = Conmutador bipolar
S3 = Interruptor de tres polos y 11 contactos
M1 = Galvanómetro de cuadro móvil de 1 m A

5



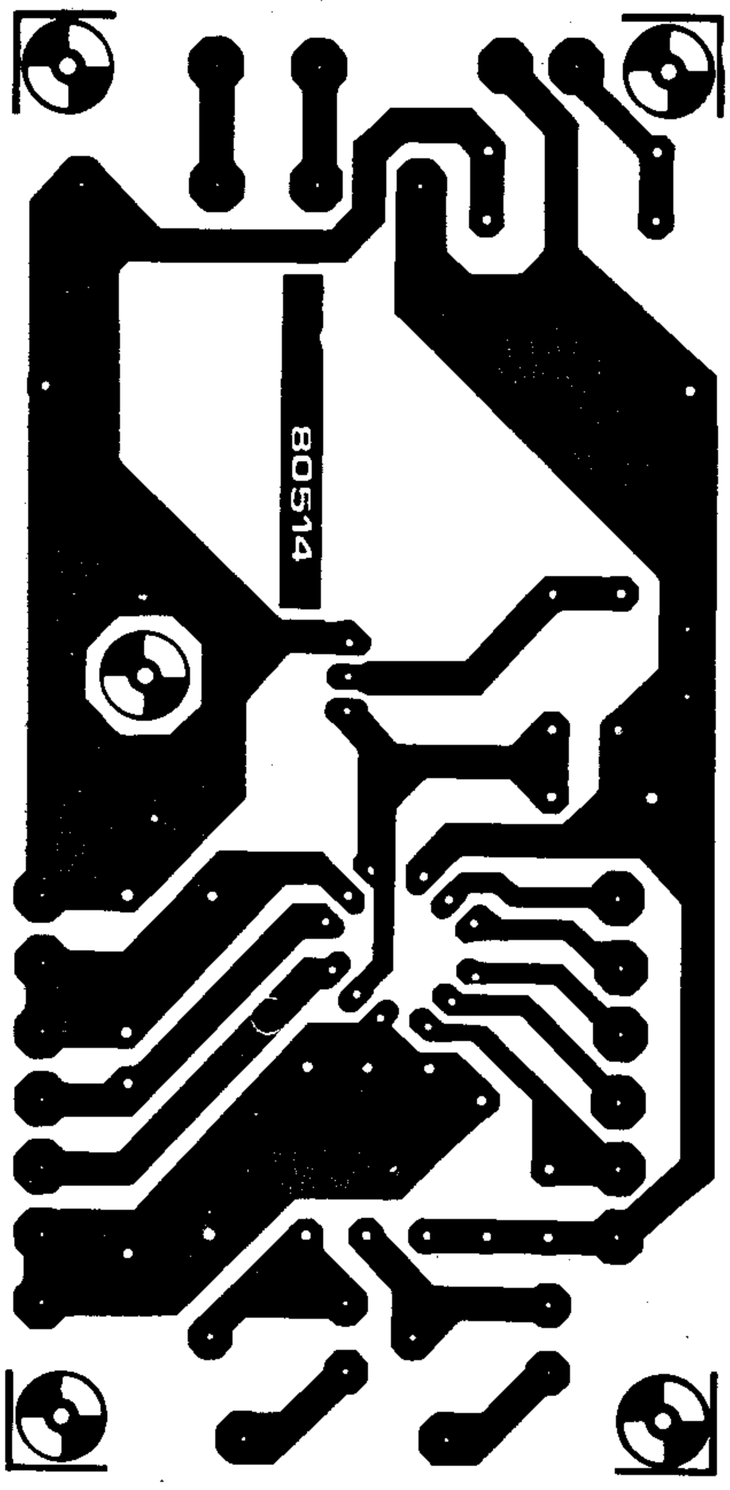




**Figura 5. Circuito impreso y disposición de componentes de la alimentación de precisión.**

6

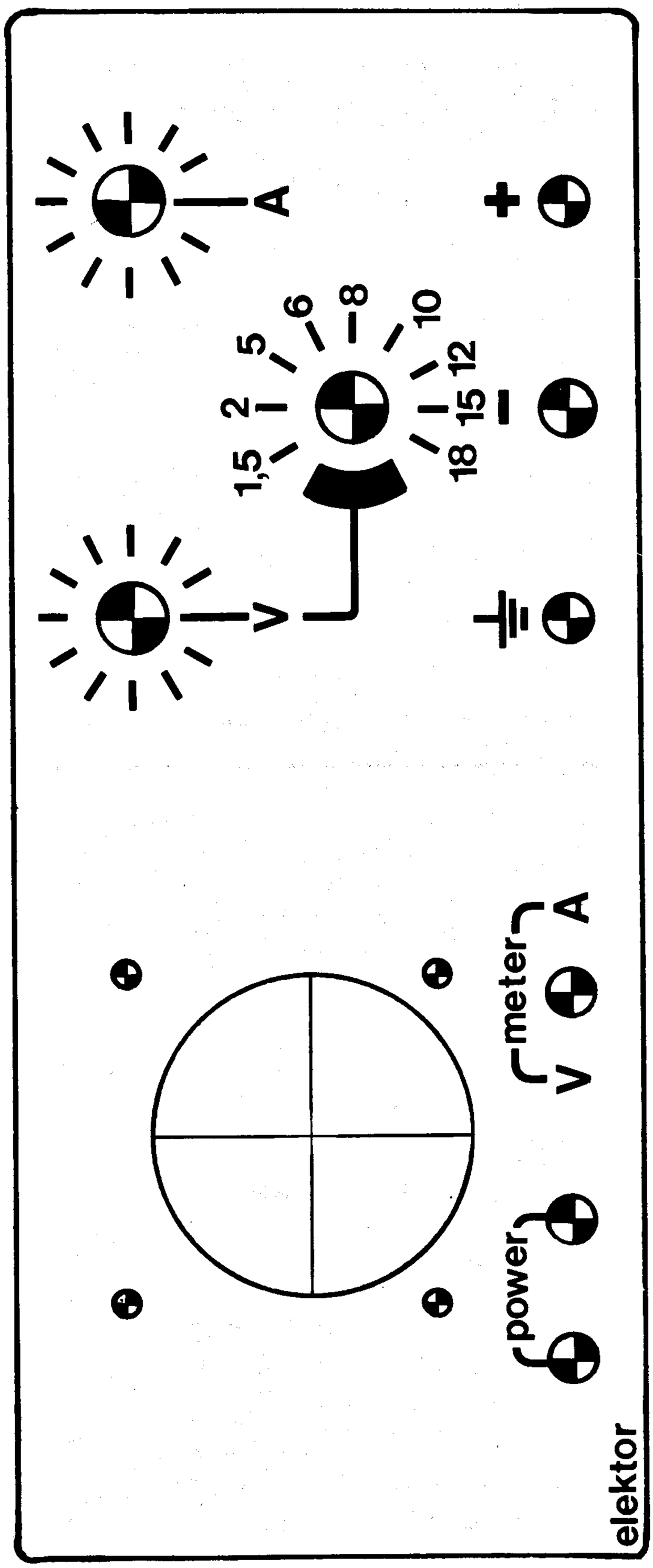



**Figura 6. Panel frontal que proponemos para la fuente de alimentación de precisión.**

7

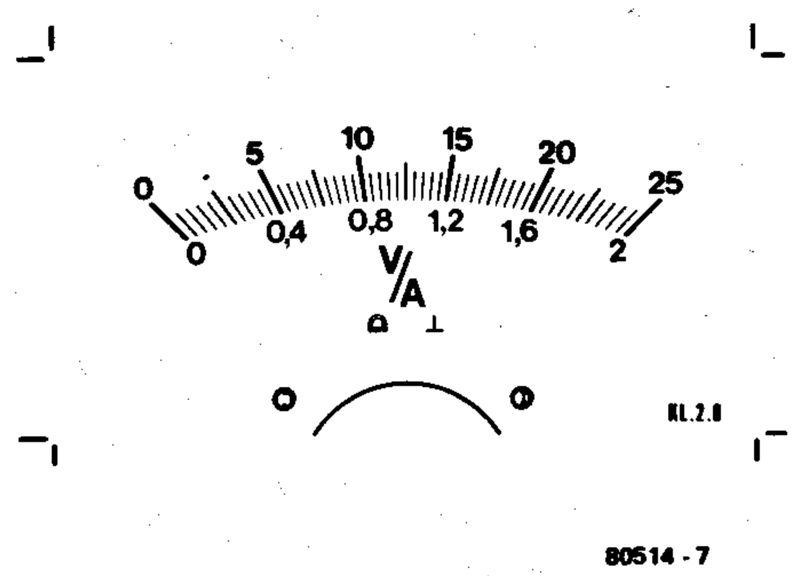



**Figura 7. Escala del instrumento de medida de cuadro móvil.**

rá conectarse un condensador de 100 nF entre la línea positiva y masa

## Construcción y puesta a punto.

En la figura 5 se da la placa de circuito impreso y la disposición de los componentes. El circuito integrado IC2 debe montarse obligatoriamente sobre un zócalo (base). Para el panel frontal sugerimos la disposición de la figura 6. Una vez sujeto el frontal y sustituida la escala del galvanómetro por la que se indica en la figura 7 se realizará el cableado siguiendo las indicaciones de las figuras 3 y 4.

Debe ponerse especial cuidado en la realización del cableado, ya que cualquier error tendrá penosas consecuencias para su bolsillo.

Una vez comprobadas cuidadosamente todas las conexiones (varias veces) se medirá la tensión de salida de IC1 antes de insertar IC2 en el zócalo; si el valor leído es superior a 22V existe alguna cosa que no está bien en el circuito de pre-estabilización y que podría dañar a IC2 si este se conectara.

Por el contrario, si la tensión es correcta se desconectará del módulo y se colocará IC2 en su sitio. Asegúrese de que el circuito integrado se ha colocado correctamente. Con el conmutador S2 en la posición de «tensión», seleccionada una de las escalas de ajuste mediante S3 y con un voltímetro conectado a la salida se puede comprobar la unidad y ajustar P3 hasta obtener una lectura correcta en la escala de M1.

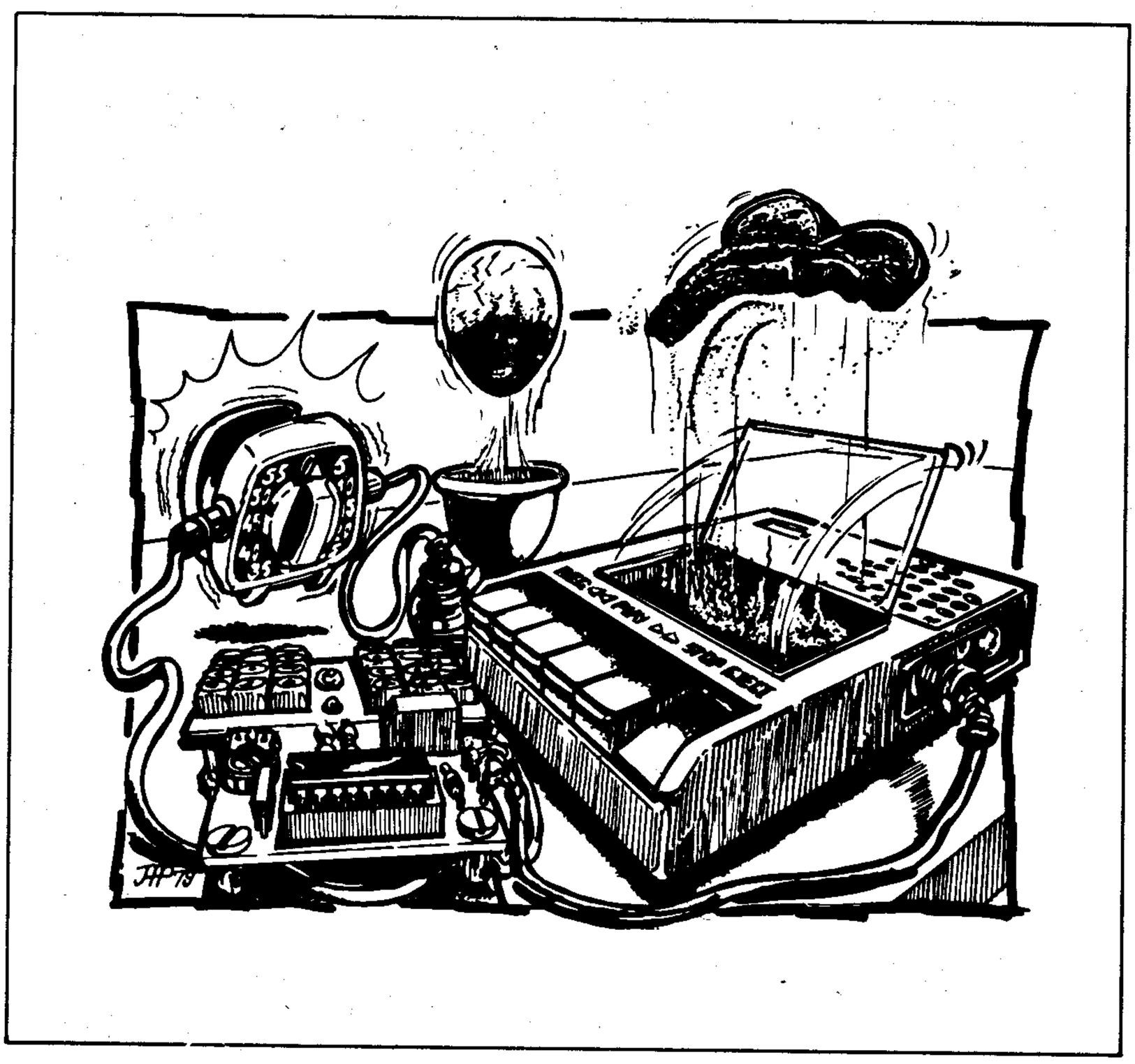
La escala de corriente puede ajustarse mediante una resistencia de carga conocida. Para ello se desconectará la tensión, se girará $P_1$ en sentido anti-horario y se llevará S3 a la posición 10V. Con una resistencia de carga de 10 ohmnios/10W conectada a la salida se girará P2 hasta que la aguja del medidor deje de moverse. De acuerdo con la ley de Ohm, en ese caso debe circular por la resistencia de carga una intensidad de 1A. La escala del medidor puede ajustarse mediante P4.

Una vez realizadas todas estas comprobaciones con éxito, el módulo está completo y a punto para su utilización. Si así se desea, puede montarse en una caja.

# el ICU, un «mini» microprocesador

## ¿Quien teme a un microprocesador de un bit?

**Uno de los mayores problemas de la utilización de los microprocesadores es que requieren una cantidad considerable de conocimientos especializados. Por otra parte existen muchas aplicaciones para las cuales no es necesaria una sofisticación tan grande. Hace algún tiempo que la firma Motorola tuvo el acierto de presentar un nuevo circuito integrado: el ICU (Industrial Control Unit), cuya referencia es MC14500B. Se trata de un procesador de un bit especialmente diseñado para sencillas aplicaciones de control industrial, y que es extremadamente fácil de programar.**
**Este artículo describe este mini-microprocesador, lo cual resultará de gran interés para todos aquellos lectores que han tenido muchos problemas y sinsabores con sus «hermanos mayores».**



Cada día se utilizan más los microprocesadores para el control inteligente de los más diversos equipos. Esta creciente utilización se explica fácilmente por la posibilidad que los microprocesadores tienen, modificando simplemente el programa, de adaptarse a diversos problemas. Esto se debe a la flexibilidad inherente al concepto de memorización de un programa. Podemos citar en el campo destinado al gran público un buen número de electrodomésticos que incluyen un microprocesador: televisores, lavadoras, máquinas de coser e incluso hornos y cocinas. En el plano industrial, los microprocesadores están presentes en una gran cantidad de equipos, efectuando el control de los procesos evolutivos.

Sin embargo, en el caso de las aplicaciones de control en las que hay que tomar una decisión sencilla (citemos por ejemplo: los detectores de intrusos, control de señales luminosas, control de maquetas de trenes, proyectores de diapositivas, los programadores de PROM, por citar sólo algunos casos que pueden tener interés inmediato para nuestros lectores), sería tan inadecuado utilizar un micrprocesador para resolver estos problemas como emplear un martillo pilón para cascar una nuez. Por esta razón la firma Motorola ha desarrollado un nuevo tipo de circuito. Se trata del MC14500B, que es un procesador de un bit fácilmente programable y que no tiene el inconveniente de la complejidad de un microprocesador. Podemos considerar al ICU como un microprocesador simplificado, capaz de realizar operaciones lógicas con datos de un bit y de enviar el resultado a un dispositivo de salida.

La principal ventaja del ICU reside en el hecho de que es un circuito sencillo y fácil de programar. Cualquier persona sin ninguna experiencia en este campo podrá familiarizarse rápidamente con el sistema básico que describimos en este artículo, para adaptarlo a sus necesidades particulares.

El ICU es también una magnífica introducción a los sistemas que utilizan microprocesadores.

En este artículo abordaremos en primer lugar la descripción de los elementos fundamentales del ICU. A continuación, con la

**Características principales del ICU:**

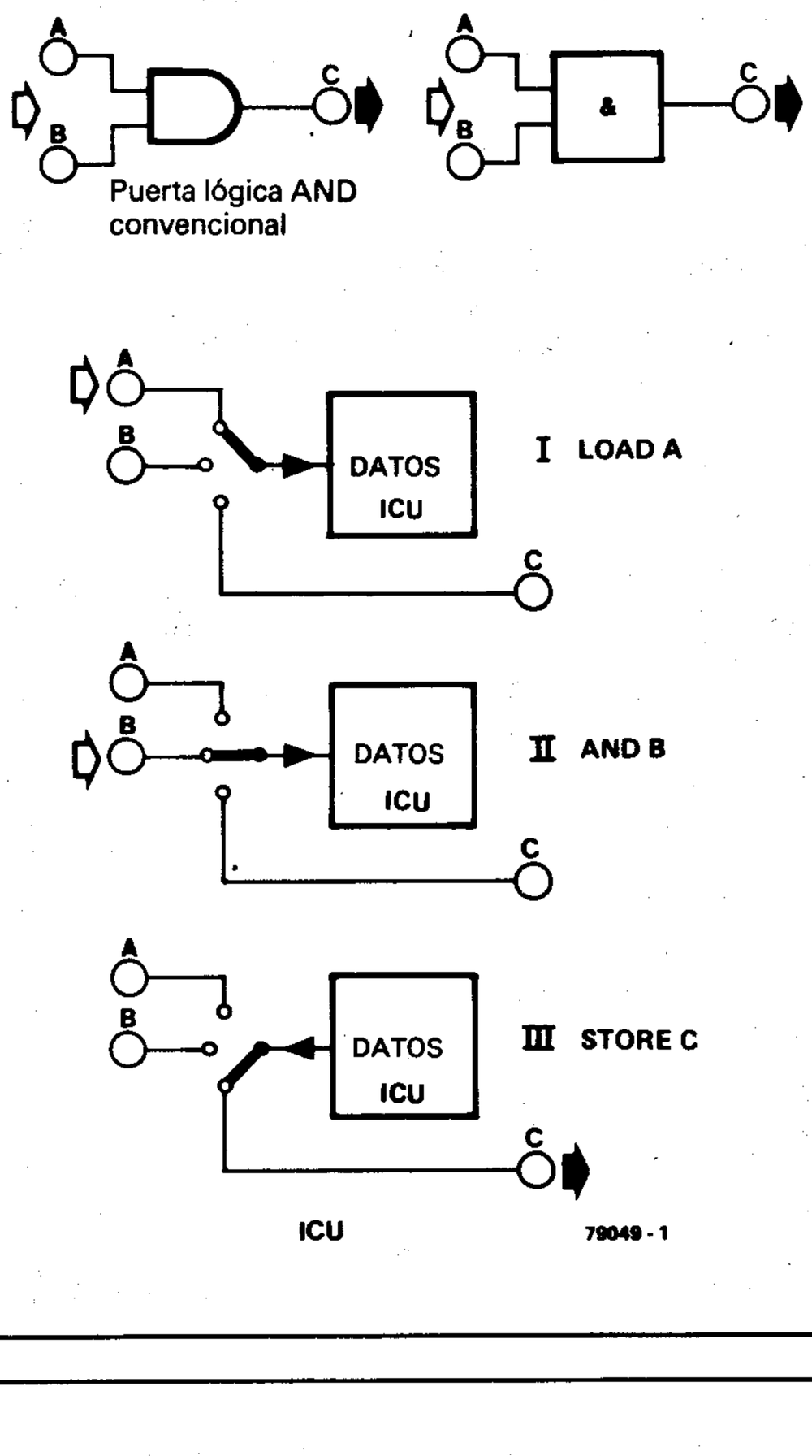
- ejecuta 16 funciones lógicas
- línea de datos bidireccional de 1 bit
- memoria de 1 bit
- cuatro salidas indicadoras (flags)
- cumple las especificaciones JEDEC-B relativas a los circuitos CMOS
- margen de la tensión de alimentación de 3 a 18 V
- frecuencia de reloj hasta 1 MHz
- diseñado para ser utilizado en sistemas industriales de control

ayuda de algunos ejemplos, veremos como se les puede programar para realizar diversas funciones lógicas. Aquellos lectores que estén especialmente interesados en aumentar su conocimientos sobre el MC14500B pueden solicitar de la firma Motorola el manual del ICU en donde encontrarán una descripción más detallada de este procesador.

## Características generales

El MC14500B es un procesador estático de 1 bit realizado en tecnología CMOS, que está alojado en una cápsula DIL (Dual In Line) de 16 patillas. Este circuito integrado, que está controlado por un generador de reloj interno de una sola fase, ejecuta una sola instrucción por cada período de reloj. La frecuencia de este oscilador interno puede llegar a ser de 1 MHz. Asimismo, esta señal de reloj puede ser controlada por un oscilador interno. Las características eléctricas del ICU cumplen las especificaciones JEDEC B relativas a los circuitos CMOS de la serie B. La tensión de alimentación del ICU puede variar entre 3 y 18V (si el circuito no se va a utilizar en un medio parásito puede elegirse una tensión de alimentación de 5V, con lo cual se podrá utilizar el ICU junto con circuitos TTL). Conviene observar aquí que las salidas del ICU puede atacar directamente un circuito integrado TTL de baja potencia excepto la salidas D (datos) y W (escritura) que pueden controlar directamente dos entradas TTL. La gran ventaja del ICU respecto a los circuitos integrados lógicos convencionales consiste en su posibilidad de ser programado, lo que le permite realizar toda clase de operaciones lógicas.

1




2

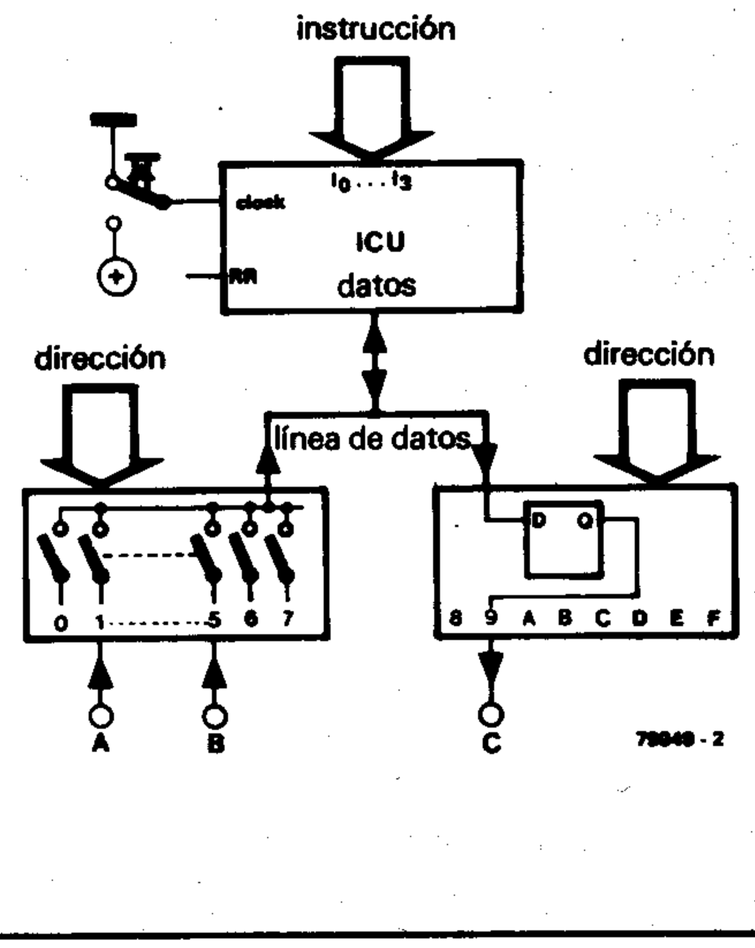



**Figura 1. Esta figura ilustra la diferencia existente entre la lógica cableada y la lógica programada. La muestra lógica convencional realiza la función deseada con una sola operación mientras que el ICU realiza tres operaciones distintas para realizar la misma función.**

**Figura 2. Esquema sinóptico de un sistema básico realizado con el ICU. El reloj es manual.**

**Tabla 1. Lista de instrucciones del ICU.**

**Tabla 1**

| Código de operación | | Código mnemónico | Función |
|---|---|---|---|
| #0 | 0000 | NOPO | Los registros no cambian. RR → RR. FLGO ← ⎍⎍ |
| #1 | 0001 | LD | Cargar el Registro de Resultados. Datos → RR |
| #2 | 0010 | LDC | Cargar el complemento de los Datos. $\bar{D}$ → RR |
| #3 | 0011 | AND | Función AND lógica. RR · D → R |
| #4 | 0100 | ANDC | Función AND lógica con el complemento. RR · $\bar{D}$ → R |
| #5 | 0101 | OR | Función OR lógica. RR + D ← RR |
| #6 | 0110 | ORC | Función OR lógica con el complemento. RR + $\bar{D}$ → RR |
| #7 | 0111 | XNOR | Función NOR exclusiva. Si RR = D, RR ← 1 |
| #8 | 1000 | STO | Memorizar (almacenar). RR → patilla de Datos, W ← 1 |
| #9 | 1001 | STOC | Memorizar el complemento. RR ← patilla de Datos |
| #A | 1010 | IEN | Validar los datos de entrada. D → Reg. IEN |
| #B | 1011 | OEN | Validar los datos de salida. D ← Reg. OEN |
| #C | 1100 | JMP | Saltar. Indicador JMP ← ⎍⎍ |
| #D | 1101 | RTN | Retroceso. Indicador RTN ← ⎍⎍ pasar a la instrucción siguiente |
| #E | 1110 | SKZ | Pasar a la instrucción siguiente si RR = Ø |
| #F | 1111 | NOPF | Los registros no cambian, RR → RR. FLGF ← ⎍⎍ |

En la tabla 1 se da el juego de instrucciones del ICU (16 instrucciones de 4 bits). Hemos dicho que el ICU es un procesador de un bit; esto significa que los datos, que son manipulados bit a bit, van y vienen del ICU utilizando un bus de datos bidireccional de un solo bit. Cuando se tiene que realizar una operación lógica en la que intervienen más de un bit de datos (por ejemplo una función AND) se utiliza un registro interno llamado Registro de Resultados (RR). Para realizar esta función lógica (AND) se carga el primer bit de datos en el Registro de Resultados mediante la instrucción Load. A continuación se indica al ICU que debe realizar una instrucción AND y que el segundo bit se encuentra en el bus bidireccional de datos. El resultado de realizar la función AND entre los dos bits se presenta a través del Registro de Resultados (en este registro se recibe siempre el resultado de toda oparación lógica que realice el ICU). Dado que es necesario utilizar una tercera instrucción (STORE) para transferir el resultado obtenido hacia un dispositivo de salida, nos encontramos con el hecho de que son necesarias 3 operaciones distintas para simular una puerta AND de 2 entradas (ver figura 1).

El ICU se basa, al igual que un microprocesador clásico, en el concepto de un programa memorizado. Las instrucciones que debe ejecutar el ICU se memorizan en la memoria del sistema en forma secuencial. Además de los códigos de operación, la memoria debe contener las direcciones de los datos que deben cargarse en el Registro de Resultados, así como la dirección del latch (báscula de tipo D) de salida que debe almacenar los datos procedentes del Registro de Salida. Las direcciones son codificadas mediante selectores de entrada y de salida según se indica en el esquema de la figura 2.

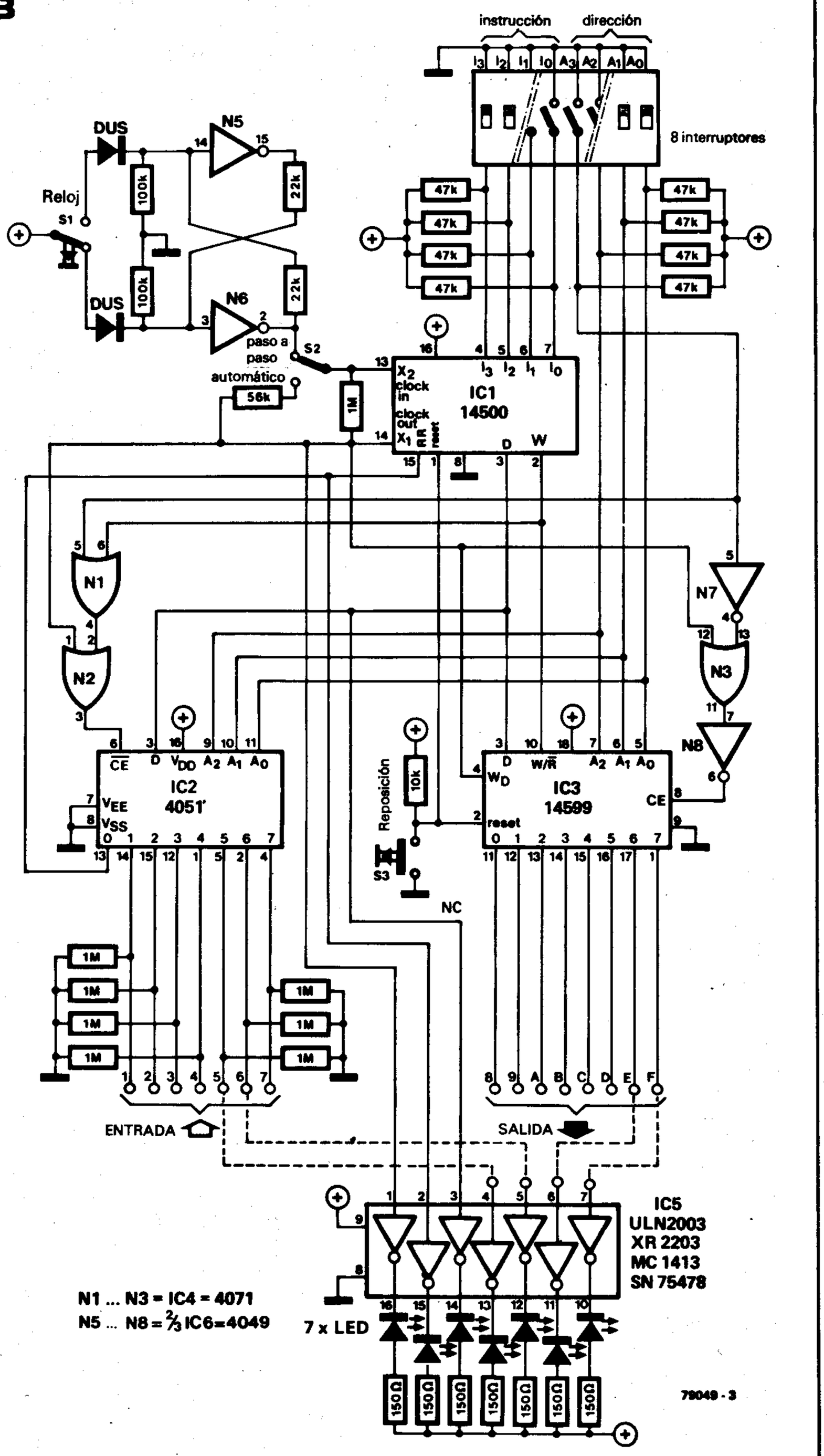
Volvamos una vez más sobre el ejemplo de una función lógica AND que debe realizarse entre dos señales de entrada A y B, las cuales están presentes en las entradas 1 y 5 del selector de entrada. Supongamos también que se quiere memorizar el resultado de esta operación (C) en la salida 9 del latch de salida. Cuando se envía una dirección dada al selector de entradas (o de salidas), la entrada (o la salida) correspondiente es conectada a la línea de datos del ICU. Así la operación AND ser realiza del siguiente modo:

1) La memoria del sistema indica al ICU que debe realizar una instrucción Load (LD) y da al selector de entrada la dirección en la que se encuentra el dato de entrada. El valor lógico de esta entrada es transferido al Registro de Resultados a través del bus de datos de un bit.

2) Ahora la memoria suministra al ICU la siguiente instrucción (en nuestro caso una instrucción AND) mientras que el selector de entradas recibe la dirección de la entrada 5. La función lógica AND se realiza entre el dato presente en la línea de datos del ICU y el dato presente en el registro de resultados (el contenido inicial del registro de resultados se pierde).

3) Finalmente la instrucción Store (STO) informa al ICU de que debe transferir el contenido del registro de resultados hacia el latch de la salida 9.

3




## Memoria de programa y contador de programa

Otras de las grandes ventajas que presentan los sistemas basados en el ICU consiste en la posibilidad de aumentar indefinidamente el número de entradas y de salidas, siempre que la memoria tenga la capacidad suficiente para poder direccionarlas. El contador de programa (PC) suministra a la memoria del sistema la dirección de la instrucción que debe ejecutarse. El contador de programa cuenta normalmente hasta alcanzar su valor más elevado y a continuación vuelve a empezar por 0. Esto permite repetir una secuencia de instrucciones tantas veces como se quiera.

## Descripción de un sistema mínimo basado en el ICU

En la figura 3 se muestra el esquema de un sistema mínimo basado en el esquema sinóptico de la figura 2. El sistema dispone de 8 entradas y de 8 latches de salida. El circuito integrado IC3 es un circuito multiplexor/de-

multiplexor que, al igual que el ICU, posee una línea bidireccional de datos. De este modo, el ICU, además de poder inscribir datos en un latch de salida, puede también extraerlos. La instrucción que se quiere realizar, así como el dato sobre el que se realiza son suministrados por medio de interruptores alojados en una cápsula Dual In Line (DIL). En estas condiciones, las señales de reloj se generan manualmente actuando el pulsador S1. Debe ponerse especial cuidado en enviar un solo impulso cada vez, ya que en caso contrario, el ICU ejecutaría una determinada instrucción sucesivas veces.

El estado del registro de resultados y de la línea de datos pueden visualizarse mediante diodos LED. Estos diodos se conectan, a través de buffers, a los puntos más importantes del circuito. Si en un momento dado se tiene la impresión de que todo se complica, siempre se tiene el recurso de borrar el contenido de todos los registros y de poner a 0 las salidas indicadoras (FLAG) simplemente actuando sobre el pulsador S2 (con esta operación se pone en estado lógico alto la patilla reset del ICU).

Utilizando una dirección de 4 bits se pueden elegir 16 posiciones: en nuestro caso hemos elegido 8 entradas y 8 salidas. El bit de dirección de mayor peso (A3) se utiliza para controlar las entradas de permisión (CE) de los circuitos integrados IC2 e IC3, lo cual permite seleccionar las líneas de entrada y de salida. La utilización del bit A3 conjuntamente con la señal de escritura (W) hace que sólo uno de los circuitos IC2, IC3 o ICU tenga acceso a la línea de datos en un momento dado.

El diseño del circuito básico representado en la figura 3 es idéntico al de los grandes sistemas construidos en torno a los microprocesadores, los cuales utilizan un bus de datos y un bus de direcciones compartido por numerosos circuitos integrados.

Vamos a ver ahora cómo se puede ejecutar, por medio del montaje práctico de la figura 3, el programa correspondiente a la función lógica AND. Este programa puede escribirse:

1) LOAD A
2) AND B
3) STORE C

En la tabla 1 se dan los códigos de opera-

4

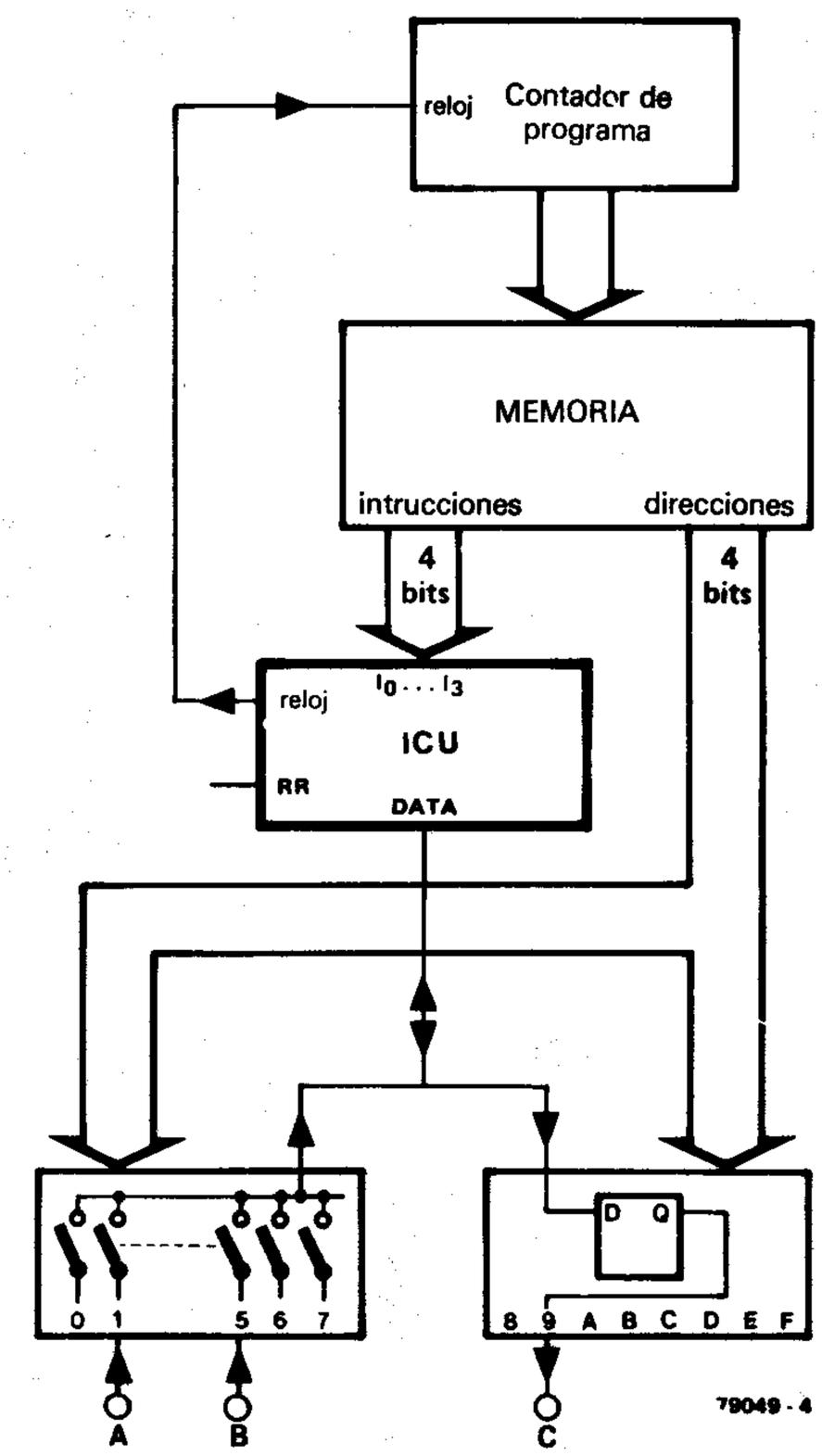



**Figura 3. Esquema práctico de un pequeño sistema basado en el ICU. Los impulsos de reloj son generados manualmente. Las instrucciones que deben ser ejecutadas y las direcciones de los datos se introducen mediante interruptores DIL. El sistema tiene siete entradas (la octava está conectada al Registro de Resultados) y ocho básculas de salida. Mediante una serie de diodos LED puede visualizarse el estado de: la línea de datos, el Registro de Resultados, la señal de reloj y las entradas y salidas seleccionadas. Se puede aumentar el número de entradas y de salidas aumentando el número de bits del bus de direcciones. Con 8 bits de dirección pueden utilizarse 256 entradas y salidas.**

**Figura 4. Esquema del sistema más pequeño posible utilizando el ICU. Los distintos bloques corresponden a:**
**— El ICU: controla el flujo de datos en el sistema y ejecuta en su Registro de Resultados las diversas operaciones sobre los datos. Los datos circulan por un bus de datos bidireccional de 1 bit (una sola línea).**
**— La memoria de programa: almacena las instrucciones que debe realizar el ICU.**
**— El contador de programa: presenta secuencialmente al ICU las instrucciones en el orden correcto.**
**— Selectores de entrada y salida: decodifican las direcciones de los operandos almacenados en la memoria y determinan qué entrada o qué salida debe conectarse a la línea de datos.**

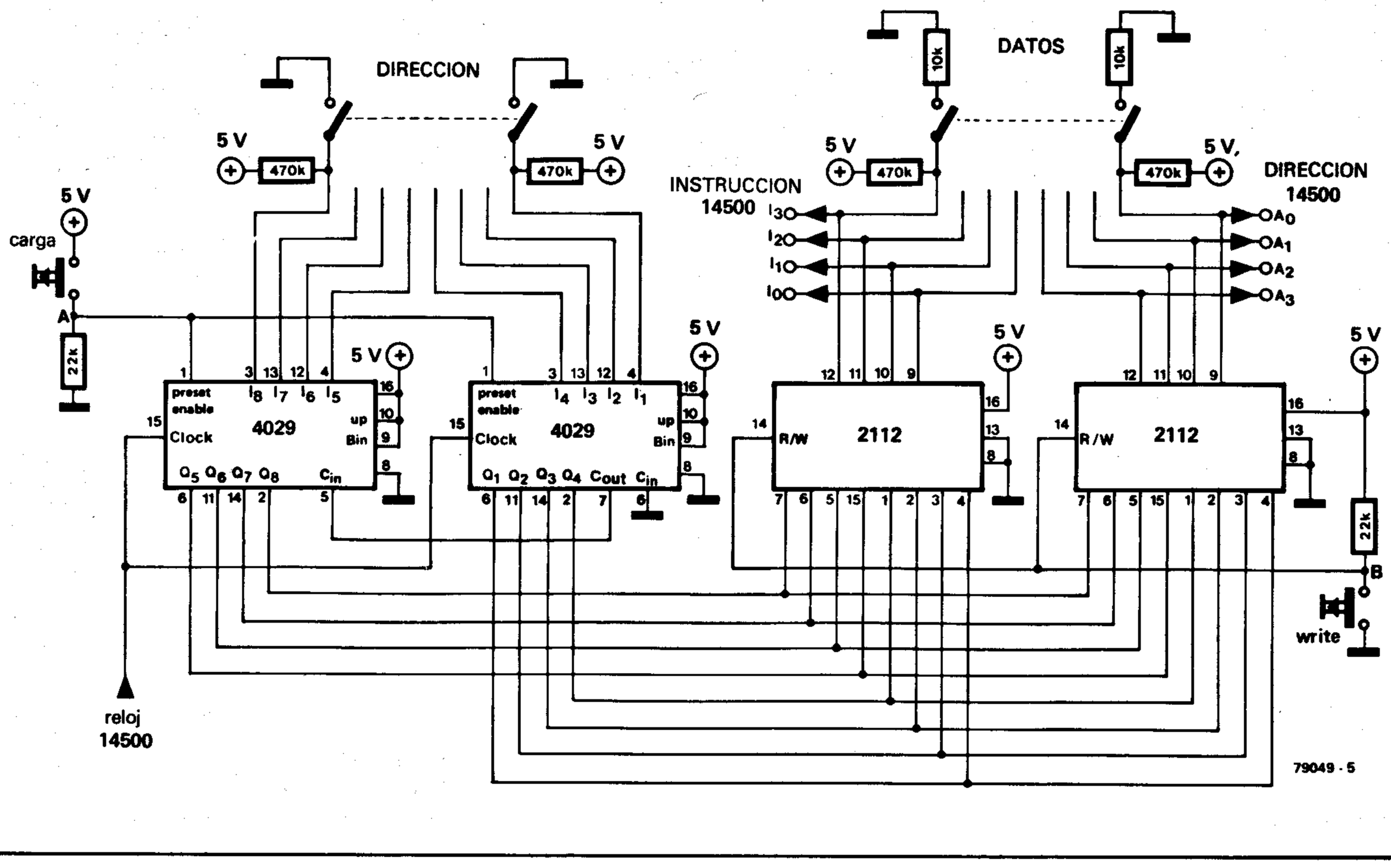
**Tabla 2. En esta tabla se indican los estados de los indicadores LED en cada etapa del programa AND. Para aumentar la claridad de la secuencia se indica también lo que se obtiene con cada nivel de la señal de reloj (alto y bajo).**

**Tabla 2**

| INSTRUCCION | CODIGO | DIL | Reloj (X 1) | LINEAS DE DATOS | RR | entrada 1 | entrada 5 | Salida 9 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| LD A | 0001 | 0001 | 1 | X | X | X | X | X | |
| | | | 0 | 1 | X | 1 | X | X | cargar A |
| | | | 1 | X | 1 | X | X | X | |
| AND B | 0011 | 0101 | 1 | X | 1 | X | X | X | |
| | | | 0 | 1 | 1 | X | 1 | X | función AND con B |
| | | | 1 | X | 1 | X | X | X | |
| STO C | 1000 | 1001 | 1 | X | 1 | X | X | X | |
| | | | 0 | 1 | 1 | X | X | 1 | memorizar el |
| | | | 1 | 1 | 1 | X | X | 1 | resultado en C |

X = 1 ó 0; 0 después de accionar la tecla de reposición.

5




ción correspondientes al juego de instrucciones del ICU.

En primer lugar, hay que asegurarse de que los datos A y B se encuentran presentes en las entradas 1 y 5 y que el resultado C va a ser memorizado en la salida 9. En nuestro caso, las direcciones de esas posiciones son sencillamente los equivalentes binarios de los números 1, 5 y 9, es decir: ØØØ1, Ø1Ø1 y 1ØØ1. El interruptor DIL debe colocarse, por tanto, como sigue:

1) ØØØ1 ØØØ1, después de lo cual se aplica un impulso de reloj (el dado se transfiere a RR.

2) ØØ11 Ø1Ø1, después de lo cual se aplica un impulso de reloj (A·B = C).

3) 1ØØØ 1ØØ1, después de lo cual se aplica un impulso de reloj (el resultado C es transferido a la salida 9).

Veamos ahora el proceso paso a paso:

— Los cuatro interruptores DIL de la derecha se posicionan en la dirección binaria ØØØ1; de este modo al siguiente impulso de reloj la entrada 1 de IC2 se conectará a la línea de datos del ICU. Pongamos por ejemplo, mediante un hilo conductor, esta entrada en el nivel lógico 1. A continuación los cuatro interruptores DIL de la izquierda se poscionan con el código de operación ØØØ1 (LOAD), finalmente se pulsa S1 con lo cual la señal de reloj, que entra por la patilla 14 de ICU, pasará al estado bajo y el diodo LED indicador del estado de la señal de reloj se apaga. Con el flanco descendiente de la señal de relojo (que estaba en estado alto) el ICU memoriza en su Registro de Instrucciones la instrucción LOAD; una vez se deja de pulsar S1 (con lo cual la señal de reloj vuelve al estado alto) el dato presente en la entrada de datos se inscribe en el Registro de Resultados. Dado que el dato presente en la entrada es un 1, se almacenará en el registro de resultados un 1, encendiéndose el LED correspondiente.

— Ahora puede programarse en el interruptor DIL la segunda instrucción, (ØØ11 = AND) y la dirección del segundo dato. Supongamos que también ponemos la entrada 5 a nivel alto. Cuando la señal de reloj pasa a estado bajo, la entrada 5 se conecta a la línea de datos y el ICU leerá la instrucción AND en el registro de instrucciones. El LED que visualiza el estado de la línea de datos debe estar encendido. Cuando deja de pulsarse S1 (la señal de reloj vuelve a pasar a estado alto) el ICU ejecuta la instrucción lógica y como 1·1 = 1 el registro contendrá un 1.

— La tercera instrucción difiere ligeramente de las dos primeras. Una vez que el código de operación de la instrucción (1ØØØ = STO) y la dirección deseada están programadas en el interruptor DIL, el ICU ejecuta la instrucción inmediatamente después de pulsar S1. Las únicas instrucciones que el ICU ejecuta con el flanco descendiente de la señal de reloj son las instrucciones de indicación (JMP, RIN, FLGO, FLGF) se utilizan para generar señales de control externas que se presentan por las patillas 9...12 del ICU. Estas señales de salida permanecen activas durante todo un período de reloj después del flanco descendente que las ha activado.

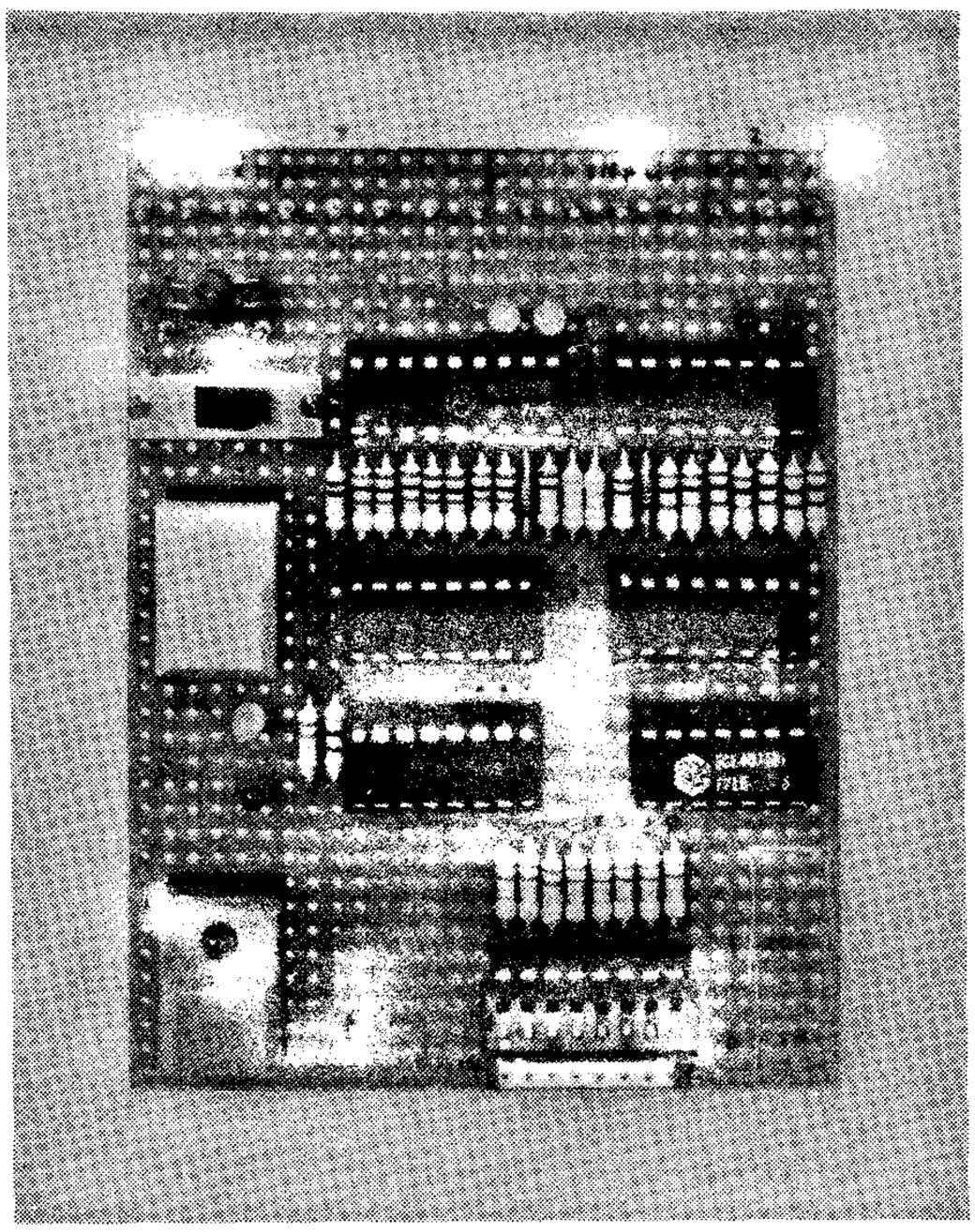
Cuando el ICU lee en su Registro de Instrucciones una instrucción STORE, el contenido del Registro de Resultados se sitúa en la línea de datos y la línea W (patilla 2) pasa al estado alto. En estas condiciones el bit presente en la línea de datos se memoriza en la salida apropiada (FF9). Con el siguiente flanco positivo de un impulso de reloj la línea W vuelve al estado alto.

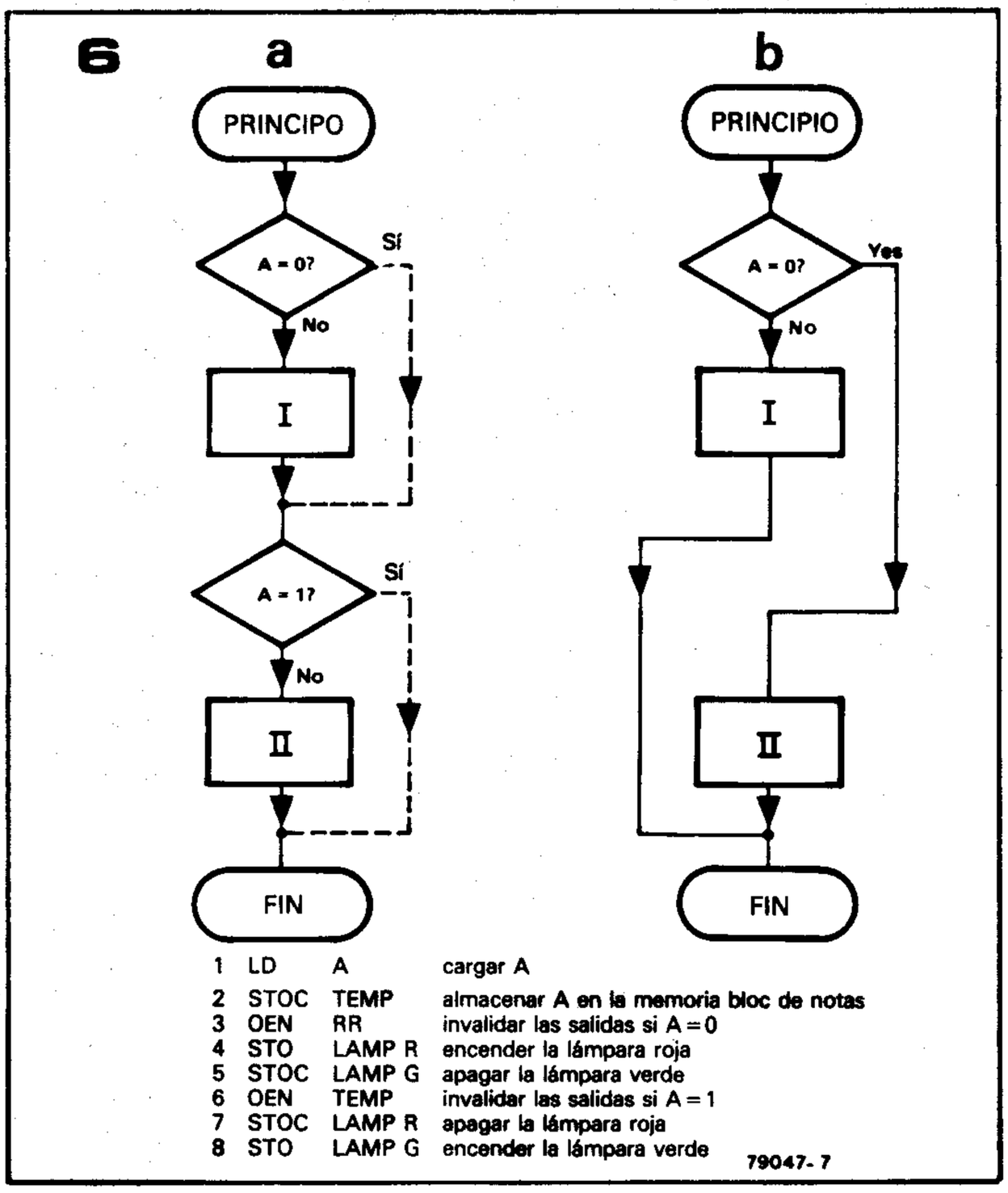
En la tabla 2 podemos ver el estado de los diversos diodos indicadores en el curso de las principales etapas del programa que acabamos de describir. Este programa es un ejemplo sencillo que muestra cómo se programa un ICU para simular una puerta lógica convencional. En la figura 8 se dan otros programas que permiten simular diversas funciones lógicas (puerta AND de cuatro entradas, NAND, OR, EXOR...).

Como hemos visto anteriormente, el ICU debe realizar varias operaciones para realizar lo mismo que una puerta lógica clásica hace muy fácilmente (a título indicativo diremos que son necesarios 10 pasos de programa para realizar la función ejecutada por una báscula D). Por esta razón, el ICU será más lento a la hora de ejecutar una determinada función. Si se tiene una frecuencia de reloj de 330 kHz el programa anterior que simula una puerta AND de dos entradas durará 10 $\mu$s. Sin embargo, conviene tener en cuenta que si bien el ICU es más lento que una puerta normal, presenta, por el contrario, la enorme ventaja de poder realizar un gran número de funciones distintas por medio de su programación.

La posibilidad de realizar un programa instrucción por instrucción es de gran interés para el principiante que quiere familiarizarse con la programación de los microprocesadores. Evidentemente, este modo de proceder requiere bastante tiempo. En particular es bastante más interesante (en el caso de los programas largos) meter en memoria las instrucciones del programa y utilizar un contador de programa que garantice la lectura secuencial de las instrucciones y de los datos, tal como se indica en la figura 4. Los impulsos de reloj pueden obtenerse del oscilador interno de ICU, cuya frecuencia puede ser hasta de 1 MHz (es decir, una instrucción por $\mu$s).

Foto 1.






| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | LD | A | cargar A |
| 2 | STOC | TEMP | almacenar A en la memoria bloc de notas |
| 3 | OEN | RR | invalidar las salidas si A = 0 |
| 4 | STO | LAMP R | encender la lámpara roja |
| 5 | STOC | LAMP G | apagar la lámpara verde |
| 6 | OEN | TEMP | invalidar las salidas si A = 1 |
| 7 | STOC | LAMP R | apagar la lámpara roja |
| 8 | STO | LAMP G | encender la lámpara verde |

79047- 7

En la figura 5 se da el circuito de un sistema de este tipo. Las instrucciones y las direcciones son introducidas manualmente en dos memorias RAM (del tipo 2112) de 256 palabras de 4 bits. El contador de programa, formado por 2 circuitos integrados 4029 (contadores preposicionables), cuenta desde Ø00 hasta 256 y vuelve a empezar. Este contador se incrementa en una unidad con cada impulso de reloj: su misión es proporcionar al ICU el contenido de la posición de memoria correspondiente. De este modo se ejecutan las instrucciones del programa en un orden correcto. Veamos ahora cómo se memorizan las instrucciones que formaban el programa: en primer lugar se borra todo el contenido de la memoria cerrando el interruptor DATA, colocando en la posición ejecución el interruptor S2 de la figura 3 y pulsando el interruptor de escritura. De este modo, todas las posiciones de la memoria contienen un 0 lógico,en nuestro caso, la memoria es borrada totalmente en 1 ms. ya que la frecuencia de reloj (determinada por la resistencia externa de 56 K) es de 330 KHz.

A continuación se para el oscilador de reloj colocando el interruptor S2 de la figura 3 en la posición paso a paso. Ahora se sitúa la primera instrucción del programa, acompañada de la dirección del operando, en las líneas de datos de las memorias 2112 para ser memorizados simplemente al pulsar el interruptor escritura. Entonces se genera manualmente un impulso de reloj que incrementa el contador de programa en una unidad, en preparación de la próxima instrucción.

Una vez memorizadas todas las instrucciones se puede «lanzar» el programa colocando el interruptor S2 en la posición ejecución. Si se quiere, también puede ejecutarse el programa instrucción por instrucción simplemente generando manualmente los impulsos de reloj, lo cual permite verificar el estado del programa por medio de los diodos LED. Con este fin se ha incluido en el circuito de la figura 5 un segundo interruptor DIL y un pulsador de «carga».

Sabemos que cuando se introduce el programa, el contador de programas se incrementa en una unidad por cada instrucción; de este modo si un programa contiene por ejemplo 5 instrucciones se obtendrá un valor del contador del programa igual a Ø05. Cuando se ejecute manualmente este programa será necesario generar manualmente 256-5 = 251 impulsos de reloj para que el contador de programa vuelva al origen del programa. Todo esto no es necesario si se utiliza el interruptor DIL y el pulsador de carga. Para ello basta con seleccionar en el interruptor DIL la dirección de la primera instrucción (por ejemplo ØØØØ ØØØ1) y accionar a continuación el pulsador de carga. De este modo se posiciona en esta dirección el contador de programa.

Se puede visualizar en todo instante el contenido de contador de programa y de la memoria si se añaden diodos LED suplementarios junto con sus correspondientes circuitos buffer (UNL 2003). Igualmente pueden utilizarse visualizadores de 7 segmentos o incluso puede conectarse el conjunto a un sistema de microprocesador. En este último caso, el ICU puede realizar ciertas tareas sencillas de control dejando al microprocesador libre para operaciones más complejas.

**Figura 5. El ICU puede ejecutar programas si se le añaden una memoria y un contador de programa. Los programas se ejecutarán al ritmo marcado por el oscilador (reloj) interno del ICU. En el caso de la figura 3 esta frecuencia será de unos 300 kHz (por tanto pueden utilizarse todas las visiones de la memoria 2112).**

**Foto 1. Prototipo del sistema mínimo basado en el ICU.**

**Figura 6. Estos dos diagramas de flujo ilustran como realiza el ICU los saltos condicionales. Si suponemos que el programa está formado por dos bloques de instrucciones A y B un monoprocesador normal salta de uno a otro, simplemente forzando la dirección adecuada en el contador de programa. El ICU recorre todas las instrucciones del programa, pero deja sin ejecutar las correspondientes al bloque que debe saltar.**

## Instrucciones de acceso: IEN y OEN

Antes de proceder al estudio de un programa que pueda funcionar con el sistema que acabamos de describir es necesario examinar dos instrucciones del ICU que son de una importancia capital: se trata de las instrucciones IEN y OEN. En todo siste-

**Tabla 3**

| Línea | instrucción | | hex. | binario | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 01 | ORC | RR | 60 | 0110 | 0000 | forzar un «1» en RR |
| 02 | IEN | RR | A0 | 1010 | 0000 | valizar las entradas |
| 03 | OEN | RR | B0 | 1011 | 0000 | validar las salidas |
| 04 | LD | C1 | 11 | 0001 | 0001 | cargar 1 |
| 05 | XNOR | B1 | 7E | 0111 | 1110 | función EXNOR con el primer bit del contador |
| 06 | STOC | B1 | 9E | 1001 | 1110 | almacenan el resultado en el primer bit del contador |
| 07 | AND | C1 | 31 | 0011 | 0001 | generar el acarreo |
| 08 | STO | C2 | 8F | 1000 | 1111 | almacenar el acarreo en el «bloc de notas» |
| 09 | XNOR | B2 | 7D | 0111 | 1101 | función EXNOR de acarreo anterior con el segundo bit del contador |
| 10 | STOC | B2 | 9D | 1001 | 1101 | almacenar el resultado en el 2.° bit del contador |
| 11 | AND | C1 | 3F | 0011 | 1111 | generar del nuevo acarreo |
| 12 | STO | C2 | 8F | 1000 | 1111 | almacenar el nuevo acarreo en el «bloc de notas» |
| 13 | XNOR | B3 | 7C | 0111 | 1100 | |
| 14 | STOC | B3 | 9C | 1001 | 1100 | |
| 15 | AND | C2 | 3F | 0011 | 1111 | |
| 16 | STO | C3 | 8F | 1000 | 1111 | |
| 17 | XNOR | B4 | 7B | 0111 | 1011 | |
| 18 | STOC | B4 | 9B | 1001 | 1011 | |
| 19 | AND | C3 | 3F | 0011 | 1111 | |
| 20 | STO | C4 | 8F | 1000 | 1111 | |
| 21 | XNOR | B5 | 7A | 0111 | 1010 | |
| 22 | STOC | B5 | 9A | 1001 | 1010 | |
| 23 | AND | C4 | 3F | 0011 | 1111 | |
| 24 | STO | C5 | 8F | 1000 | 1111 | |
| 25 | XNOR | B6 | 79 | 0111 | 1001 | |
| 26 | STOC | B6 | 99 | 1001 | 1001 | |
| 27 | AND | C5 | 3F | 0011 | 1111 | |
| 28 | STO | C6 | 8F | 1000 | 1111 | |
| 30 | XNOR | B7 | 78 | 0111 | 1000 | |
| 31 | STOC | B7 | 98 | 1001 | 1000 | |
| 32 | ANDC | RR | 40 | 0100 | 0000 | forzar un «0» en el RR |
| 33 | IEN | RR | A0 | 1010 | 0000 | inhibir las entradas |
| 34 | OEN | RR | B0 | 1011 | 0000 | inhibir las salidas |

ma de microprocesador se pueden efectuar saltos condicionales, es decir, que en función del resultado de una comprobación el procesador puede saltar por encima de un cierto número de instrucciones. Así el microprocesador es capaz de tomar decisiones lógicas. Por ejemplo: si la señal A está en estado alto se debe encender la lámpara roja mientras que en el caso contrario debe encenderse la lámpara verde. Una forma habitual de resolver este problema consiste en comprobar el estado lógico en que se encuentra la señal A, de modo que de acuerdo con el resultado de esta comprobación, el procesador bien continuará desarrollando sus instrucciones normalmente (el contador de programa se incrementa en una unidad y carga la dirección de la siguiente instrucción) o bien el procesador realiza un salto hasta cualquier otra parte del programa (en cuyo caso el contador de programa se incrementa en 10, 100 o cualquier otro valor). La parte del programa que se ha saltado contiene la instrucción «encender la lámpara roja y apagar la lámpara verde». Para que un microprocesador ejecute un salto de estas características, su concepción ha de ser bastante más complicada que la del ICU. Así pues, aquí será necesario abordar el problema de otra manera. La solución elegida es la siguiente: el ICU ejecuta secuencialmente su programa y dependiendo del resultado de la comprobación se le impedirá o no que ejecute un bloque de instrucciones. Esta es la misión de las instrucciones IEN y OEN que inhiben los datos que entran o salen del ICU.

## IEN

**Esta instrucción da al ICU la orden de al**macenar en el registro de validación de entradas (Input ENabling register) el dato presente en la línea de datos. Cuando en dicho registro se almacena un Ø el ICU interpreta como ceros todos los datos de entrada siguientes, mientras no se almacene un 1 en dicho registro mediante una nueva instrucción IEN.

## OEN

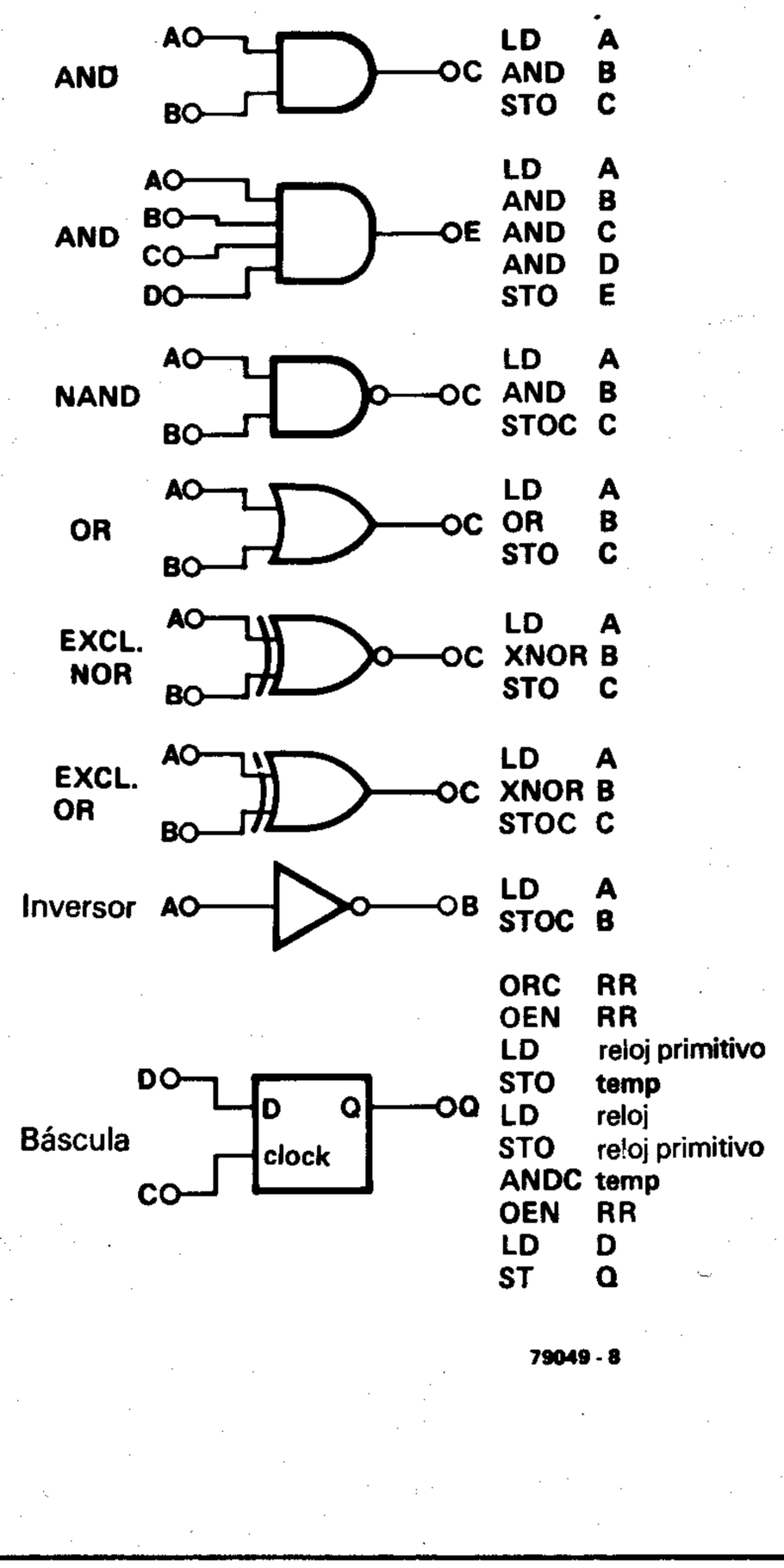
Esta instrucción es parecida a la anterior, el ICU sitúa el dato presente en la línea de datos en su registro de validación de la salida (Output ENabling register) si este registro es cargado con un Ø lógico, la señal de escritura procedente del ICU se inhibe dejando fuera de servicio el dispositivo de salida. Una vez cargado el registro OEN con un 0 lógico, las salidas del sistema no se modifican hasta que aparezca una nueva instrucción OEN que carge un 1 lógico en el registro OEN. De este modo el ICU puede saltar bloques enteros de instrucciones.

La figura 6a da el ejemplo de un programa con salto condicional que utiliza una construcción OEN. El dato A se carga en el registro de resultados y el complemento de A se carga en una memoria del tipo «bloc de notas». La instrucción OEN realiza la comprobación ¿A = a 0? Si A es efectivamente = a 0, la instrucción OEN bloquea la salida de modo que las instrucciones 4 y 5 son efectivamente saltadas. La segunda instrucción OEN se ejecuta con el complemento de A (en este caso igual a un 1 lógico), con lo que se valida la señal de escritura y se ejecutan las instrucciones 7 y 8. Cuando A sea igual a un 1 lógico se ejecutarán las instrucciones 4 y 5 mientras que las 7 y 8 serán ignoradas. Cuando se pone en el estado lógico alto la patilla de reposición (RST) todos los registros incluidos IEN y OEN se borran. Por tanto es necesario al principio de cualquier programa cargar los registros IEN y OEN con un 1 lógico. Esto puede ser un problema dado que no estamos seguros de la presencia de un 1 en las entradas. Sin embargo, utilizando una instrucción ORC y el Registro de Resultados, se puede forzar la presencia de un 1 lógico en este último (dado que el dato que es invertido y combinado mediante una función OR con el Re-

**Tabla 3. Listado de un ejemplo de programa que utiliza IC3 como contador. El objeto de este programa es hacer parpadear con diodo LED.**

**Figura 7. El ICU está diseñado para ejecutar una amplia variedad de funciones lógicas. Las puertas lógicas representadas en la figura pueden simularse mediante las instrucciones del ICU. Es posible, como demuestra el ejemplo de la báscula A, realizar operaciones lógicas relativamente complejas.**

**7**




gistro de Resultados es el contenido incial del Registro de Resultados, una u otra señal son obligatoriamente la unidad; RR o RR = 1). El registro IEN puede cargarse mediante la instrucción IEN RR con un 1 lógico.

Cualquier programa debe iniciarse por tanto con las tres instrucciones siguientes:
ORC RR
IEN RR
OEN RR

(En el sistema mínimo que hemos descrito, el registro de resultados está conectado a masa, por tanto su dirección es *0000*).

Es también prudente terminar todos los programas cargando un «0» lógico en los registros IEN y OEN. Esto evita que el ICU ejecute las instrucciones situadas en la memoria, a continuación del programa que se acaba de ejecutar. El subprograma apropiado para esto es AND RR (que carga un 0 en el registro de resultados); esta instrucción debe ser seguida por OEN RR y IEN RR.

## Ejemplo de un programa para el ICU

La tabla 3 da el listado de un programa que puede ejecutarse con el sistema básico del ICU ya descrito. El circuito integrado IC3 se utiliza como contador. Cada vez que se ejecuta el programa (que incluye 34 pasos) el contador se incrementa en una unidad. El contador está formado por 8 etapas pero como un bit se utiliza como memoria «bloc de notas» con el fin de almacenar el bit de acarreo, la cuenta máxima que se puede alcanzar es: $2^7 = 128$. Si se considera que la frecuencia de reloj es de unos 300 kHz y que el contador del programa llega a 256 antes de volver a empezar desde 000, el programa realizará un bucle completo (y el contador se incrementará en una unidad) aproximadamente cada 0,9 ms. ($256 \times 3{,}3$ us). El diodo LED 8 visualiza el contenido del octavo bit del contador, por tanto parpadea cada $128 \times 0{,}9$ ms = 109 ms., lo que corresponde aproximadamente a una frecuencia de 10 Hz.

El contador se incrementa de la siguiente manera: cuando se suman 2 bits se tienen 4 posibilidades:

$0+0=0$
$1+0=1$
$0+1=1$
$1+1=0$ en este caso se genera un acarreo.

La función lógica representada por la tabla de la verdad anterior puede simularse mediante una instrucción XNOR que genera un 1 en su salida cuando sus dos entradas son idénticas; siendo preciso que vaya seguida de una instrucción STOC que invierte el resultado. El acarreo es generado utilizando una instrucción AND, ya que la condición para generar un acarreo es que el resultado de la función XNOR sea 1 y que una de las dos entradas sea también 1. La suma se realiza con un bit del contador combinada con el acarreo procedente de la suma anterior. Al inicio de la cuenta no existe ningún acarreo procedente del bit anterior, de manera que será necesario que exista un 1 lógico en la entrada 1. Con un 0 lógico en esta entrada el circuito sólo sumaría ceros y la salida del contador no cambiaría nunca.

La operación realizada por el programa se puede traducir en las siguientes ecuaciones:

$$Sn = Bn + Cn;\ Cn+1 = \overline{Sn} \cdot Bn$$

En donde S representa la suma, B el bit, C el acarreo y en donde N puede variar de 1 a 7).

Así:

| | |
|---|---|
| Bit 1 | «1» |
| + acarreo 1 | «1» |
| Suma 1 | «0» |

$$\text{Acarreo 2} = \overline{\text{Suma 1}} \cdot \text{Bit 1}$$
$$= \overline{«0» \cdot «1»}$$
$$= «1» \cdot «1»$$
$$= «1»$$

En la figura 7 se dan algunos programas cortos que permiten simular con el ICU algunas funciones lógicas clásicas.

# comprobador de transistores

**Uno de los parámetros más importantes de un transistor es su ganancia de corriente. Normalmente este valor se designa mediante las letras A, B o C situadas después del número de serie. Muy a menudo sin embargo y de acuerdo con la conocida ley de Murphy resulta imposible leer esta letra sobre el transistor que se quiere comprobar. El comprobador de transistores que describimos aquí permite ver sobre un visualizador de 7 segmentos el tipo de transistor. Asimismo y de modo simultaneo permite determinar si el transistor es defectuoso o no.**

En el lenguaje técnico, la ganancia de corriente de un transistor se designa por $h_{FE}$. En la práctica no es necesario conocer su valor exacto y basta con un conocimiento de sus límites superior e inferior. El fabricante no puede determinar previamente la ganancia de corriente de un transistor. Los más que puede hacer es darle un valor aproximado y una vez fabricado el transistor se controla si su valor real está situado entre unos límites preestablecidos. Una vez hecha esta comprobación se graba la letra correspondiente en el encapsulado. Dos transistores que tengan el mismo número de serie no tienen por qué tener la misma ganancia de intensidad. Industrialmente se utiliza una letra como sufijo para indicar el valor general de $h_{FE}$. De este modo A indica una ganancia de intensidad comprendida entre 140 y 270, B entre 270 y 500 y C más de 500. Como es sabido, la ganancia de corriente es la relación entre $I_c$ (corriente de colector) e $I_b$ (corriente de base).

Nuestro comprobador de transistores determina la clase de transistor que se está comprobando y presenta una letra A, B o C (según sea el caso) en un visualizador de 7 segmentos. Asimismo presenta la letra F cuando el transistor es defectuoso. La parte superior del circuito comprueba los transistores NPN y la parte inferior los PNP.

## Esquema sinóptico

En la figura 1 se da el esquema sinóptico del comprobador de transistores. Como puede verse, el principio del circuito es muy sencillo y se basa en la comparación entre una tensión de referencia y la caída de tensión en bornas de 3 resistencias de colector del transistor sometido a prueba. Lógicamente es importante conocer con anterioridad si el transistor es de tipo NPN o PNP. El interruptor que permite seleccionar entre los dos tipos activa un LED que indica en cada momento cuál es la selección hecha. La comparación de tensión determina la clase de transistor que se está comprobando, visualizándose una A, B o C según sea el caso. Si la letra F no se apaga cuando se actúa el pulsador que permite la polarización de base del transistor, éste es defectuoso.

## El circuito

En la figura 2 se da el circuito completo y en la figura 3 puede verse una foto del circuito impreso y de la disposición de los componentes. Los disparadores Schimitt representados en el esquema sinóptico son en realidad 3 amplificadores operacionales utilizados como comparadores. La mitad superior del circuito (IC1-IC2-IC3) corresponde a los transistores de tipo NPN. Las entradas inversoras de estos amplificadores operacionales se conectan a una tensión de referencia y sus entradas no inversoras se conectan a las resistencias de colector del transistor que se comprueba, las cuales forman un divisor de tensión. La intensidad de base queda determinada por la resistencia R1 para los transistores NPN y por R10 para los PNP. Para una ganancia de corriente

1

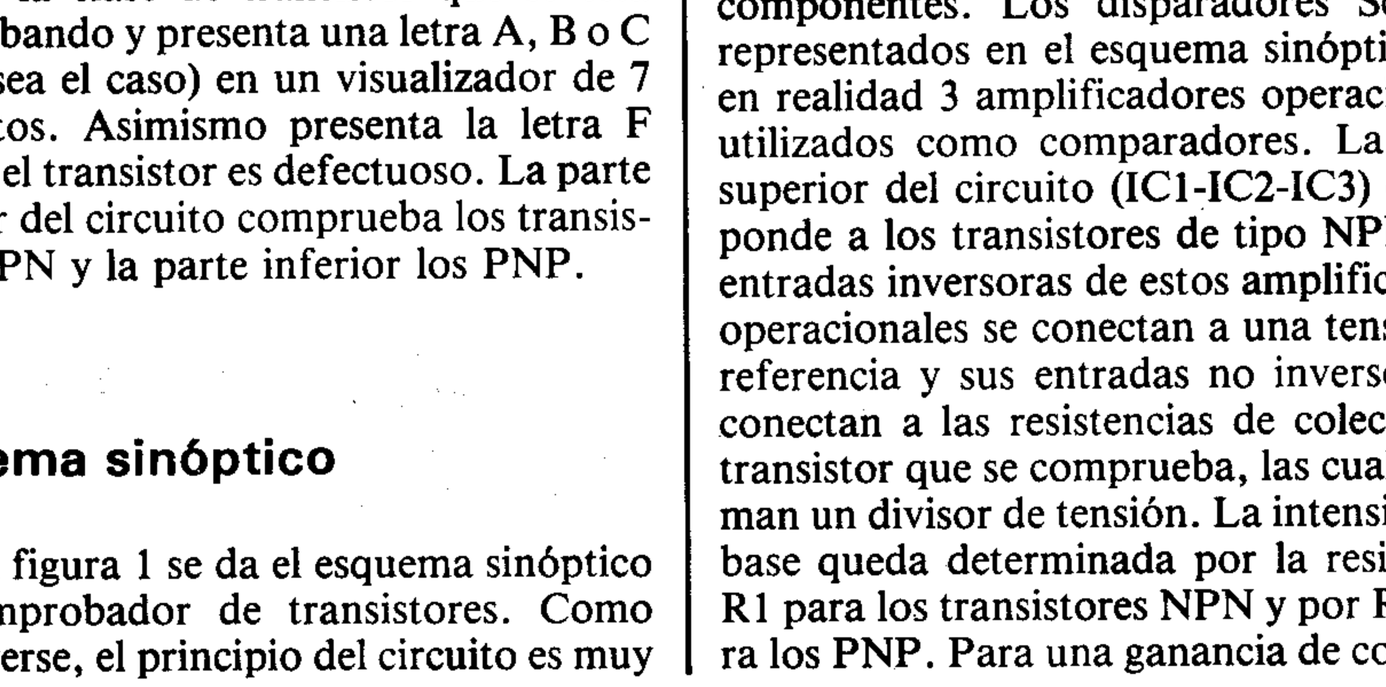



**Figura 1. Esquema sinóptico del comprobador de transistores.**

2

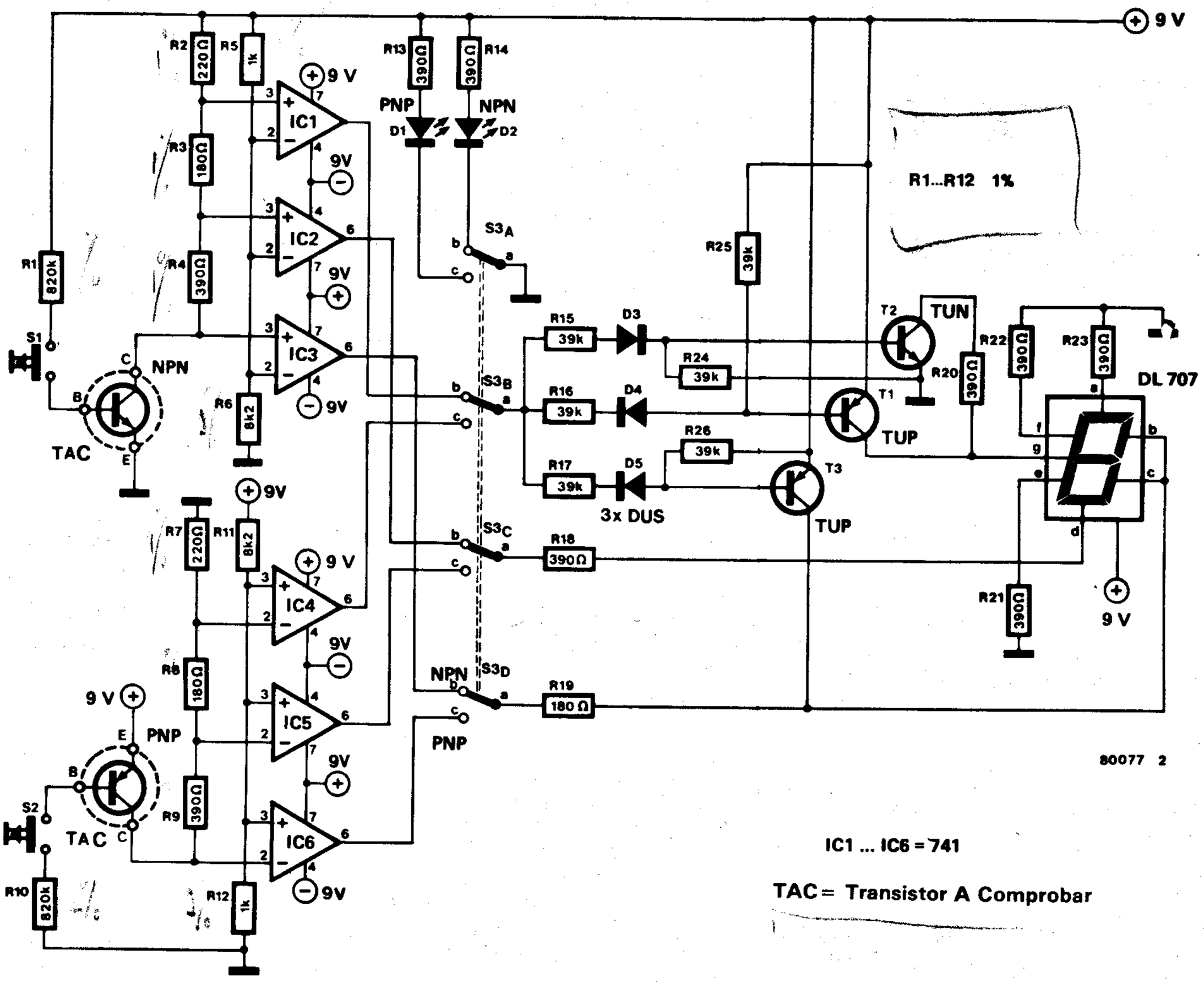



**Figura 2. Circuito completo del comprobador de transistores. Los diodos D3 ... D5 sirven para proteger la unión base/emisor de los transistores de tensiones excesivamente elevadas.**

determinada se tendrá una determinada corriente de colector. Por tanto, la caída de tensión en bornas de las 3 resistencias de colector depende de la ganancia de corriente y del valor de las resistencias. Para un factor de amplificación de 400 y una corriente de base de 10 $\mu$A, se tendrá una corriente de colector de 4 mA. La caída de tensión en bornas de la resistencia de colector R4 (390 Ω) será por tanto 1,56V. Análogamente en bornas de la resistencia de colector R2 (220 Ω) y R3 (180 Ω) tendremos respectivamente una caída de tensión de 0,88V y de 0,72V. Como hemos dicho, la caída de tensión en las bornas de R4 es 1,56V; esto permite calcular fácilmente las tensiones de entrada de los amplicadores operacionales. Las entradas inversoras están todas al mismo potencial. La tensión de colector de transistor que se comprueba es:

9-3,16 = 5,84V

Siendo 9V la tensión de alimentación y 3,6V la caída de tensión total en las resistencias de colector.

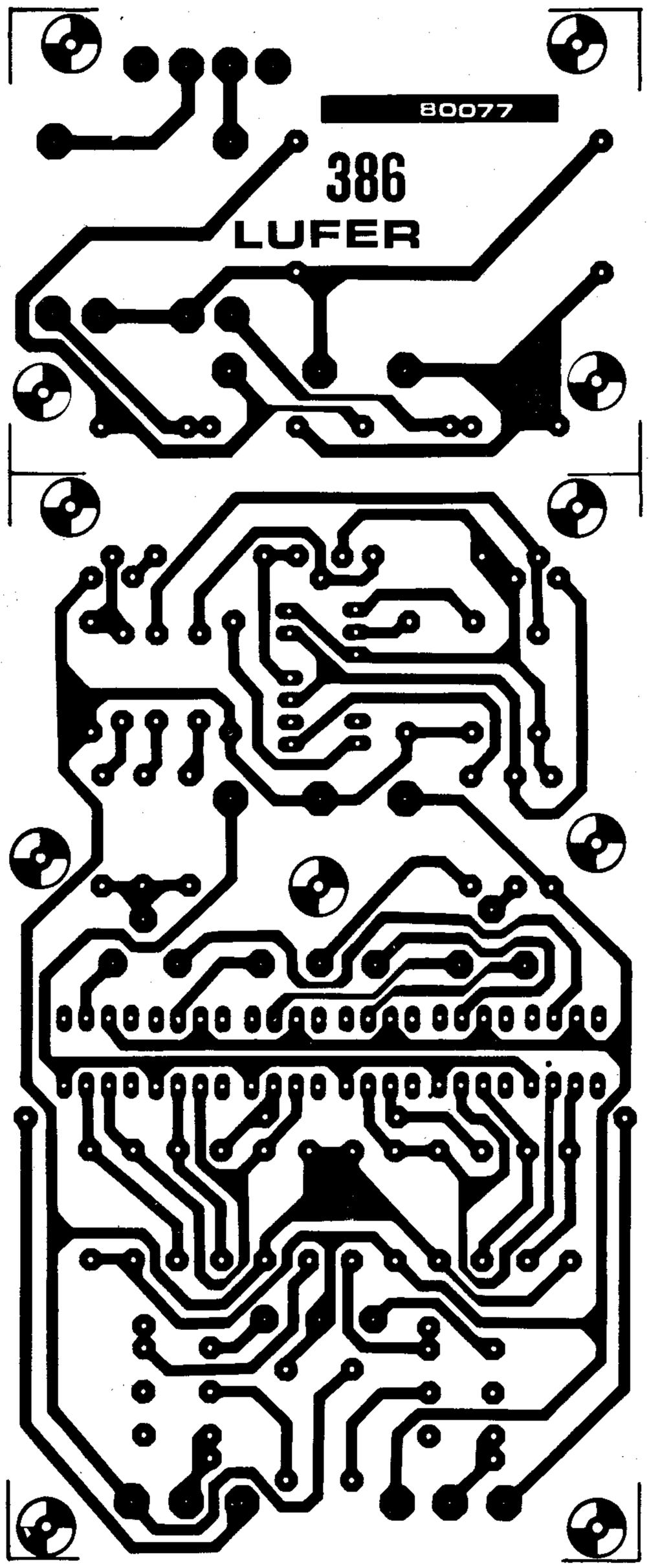
La tensión de referencia en la entrada inversora es 8,02V.

$$(9 \times \frac{8{,}2 \times 10^3}{8{,}2 \times 10^3 + 1 \times 10^3} = 8{,}02).$$

Así pues, en nuestro ejemplo las salidas de IC2 e IC3 estarán en estado bajo mientras que la de IC1 estará en estado alto: 9-0,88 (tensión de la patilla 3) = a 8,12 V que es superior a la tensión de referencia (8,02 V). Se enciende por tanto la letra B. El visualizador es de anodo común; esto significa que cada segmento está conectado a masa. La letra C se enciende cuando la salida de IC1 está en estado bajo, lo cual solo puede producirse si la caída de tensión en bornas de la resistencia de colector aumenta (al aumentar la intensidad que las atraviesa). Si la intensidad de base permanece constante sólo puede producirse un aumento de la corriente de colector si aumenta la ganancia de corriente. Cuando las salidas de IC1 e IC2 pasan a estado alto sólo se encenderá el segmento «d» visualizándose la letra A (los segmentos a, e y f permanecen siempre encendidos ya que se utilizan en las cuatro letras: A, B, C y F).

Todo lo que acabamos de decir es válido excepto si el transistor es defectuoso, en cuyo caso las salidas de todos los amplificadores operacionales estarían en estado alto (la tensión de referencia sería superior a la tensión de colector) y se visualizaría la letra F. El principio de funcionamiento del control del visualizador (T1...T3, R15...R19, R24...R26, D3...D5) es muy sencillo: si las salidas de los amplificadores operacionales IC2 e IC3 están en estado bajo se encienden los segmentos b, c y d. El ánodo común del visualizador está conectado a + 9V. IC1 controla los transistores T1...T3. Si su salida está en estado alto, T2 entra en conducción con lo que el segmento g se conecta a masa y se enciende. Por el contrario si la salida de IC1 está en estado bajo entran en conducción T1 y T3 con lo

3



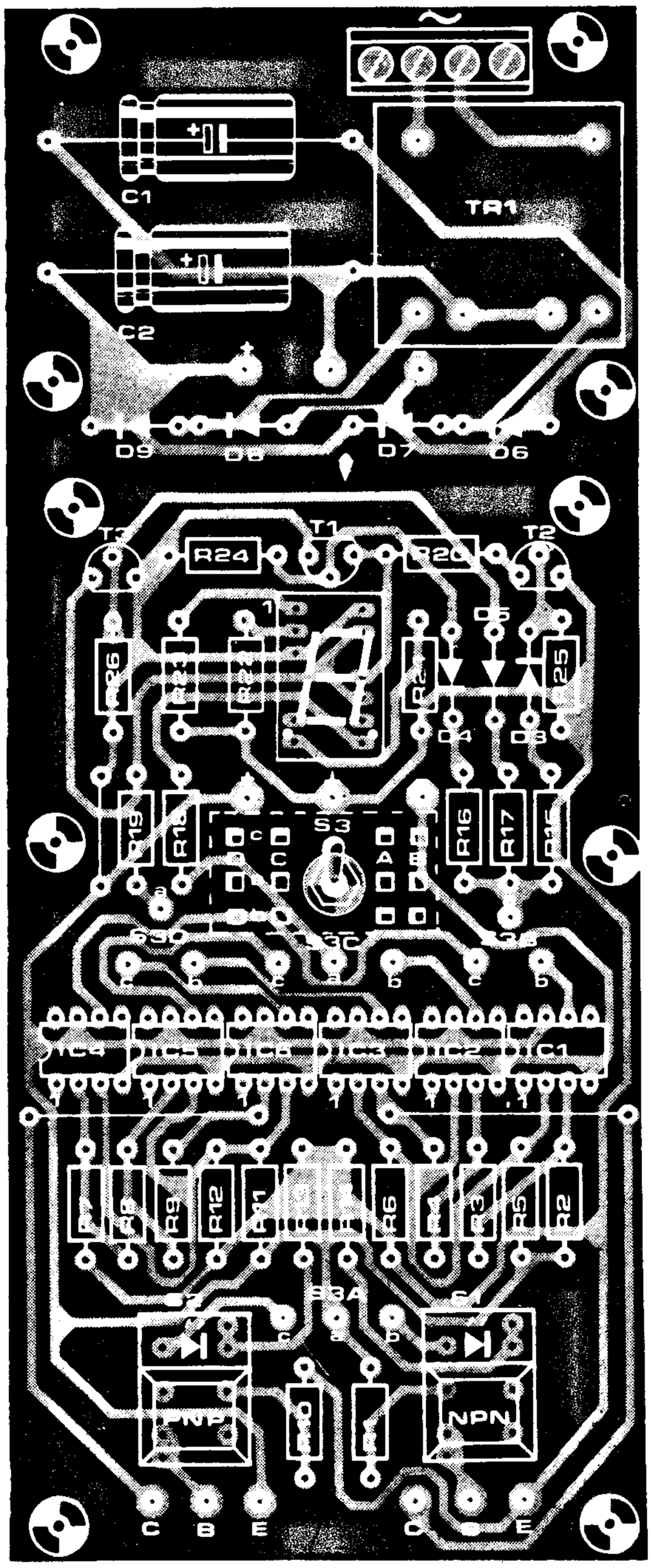




**Figura 3. Circuito impreso y disposición de los componentes.**

**Lista de componentes:**

Resistencias:
R1,R10 = 820 k
R2,R7 = 220 Ω
R3,R8,R19 = 180 Ω
R4,R9,R13,R14,R18,R20,R21, R22,R23 = 390 Ω
R5,R12 = 1 k
R6,R11 = 8k2
R15,R16,R17,R24,R25, R26 = 39 k

Condensadores:
C1,C2 = 1000 µ/16 V

Semiconductores:
IC1 . . . IC6 = 741(Mini-DIP)
T1,T3 = BC 557B
T2 = BC 547B
D3,D4,D5 = 1N4148
D6 . . . D9 = 1N4001
Dp1 = visualizador LED, tipo DL 707

**Varios:**
Tr = secundario 2 × 6 ... 9V/50 mA
de terminales soldables al circuito impreso.
S1,S2 = Teclas con LED.
S3 = Conmutador de 4 circuitos y 2 posiciones.

4

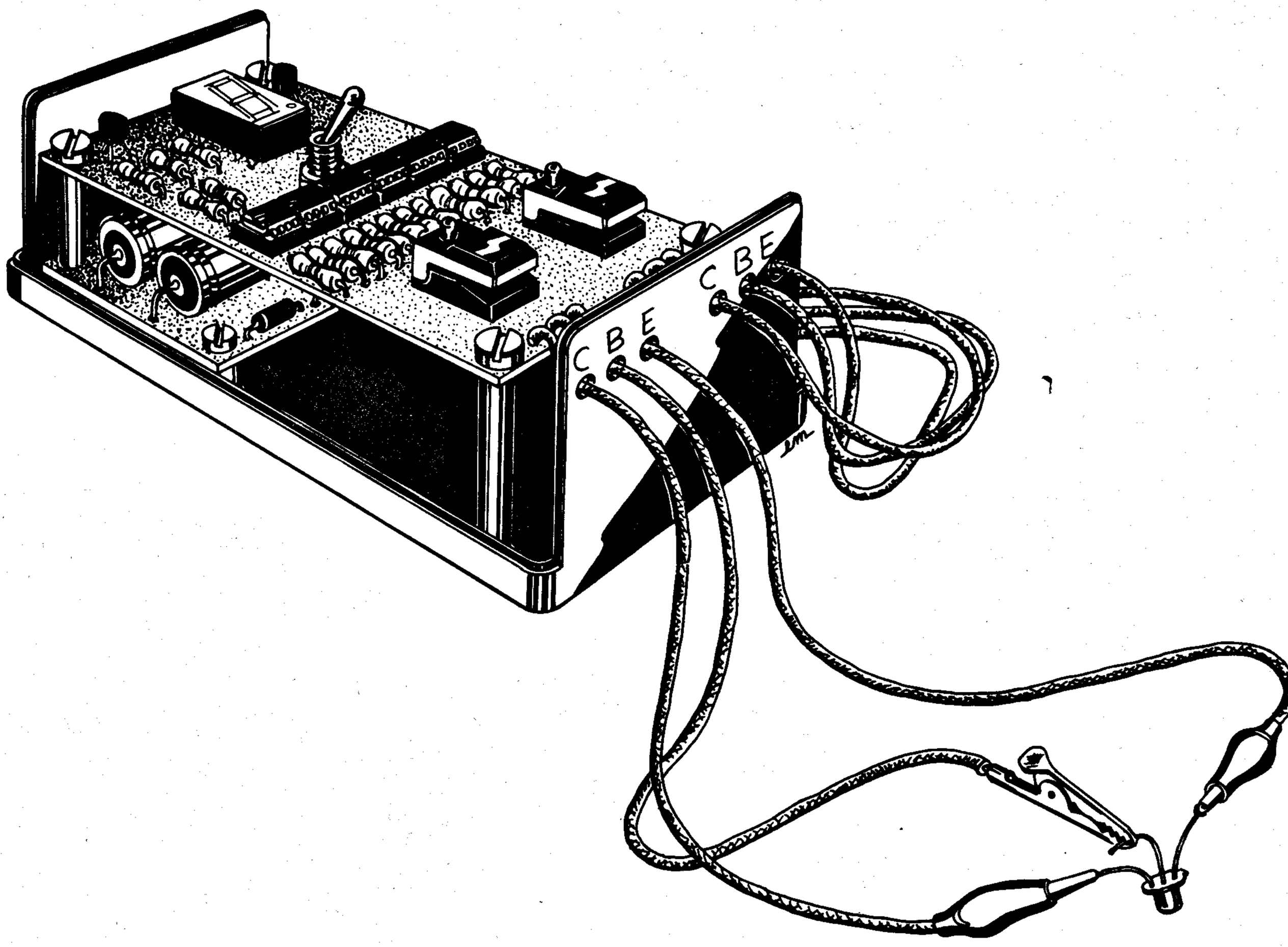



**Figura 4. Montaje del comprobador de transistores en una caja.**

que los segmentos b, c y g quedan conectados a + 9V y se apagan dado que no les atraviesa ninguna corriente. El funcionamiento es el mismo cuando se coloca S3 en la posición PNP; en estos casos son las salida de IC4, IC5 e IC6 las que se conectan al visualizador.

## Realización

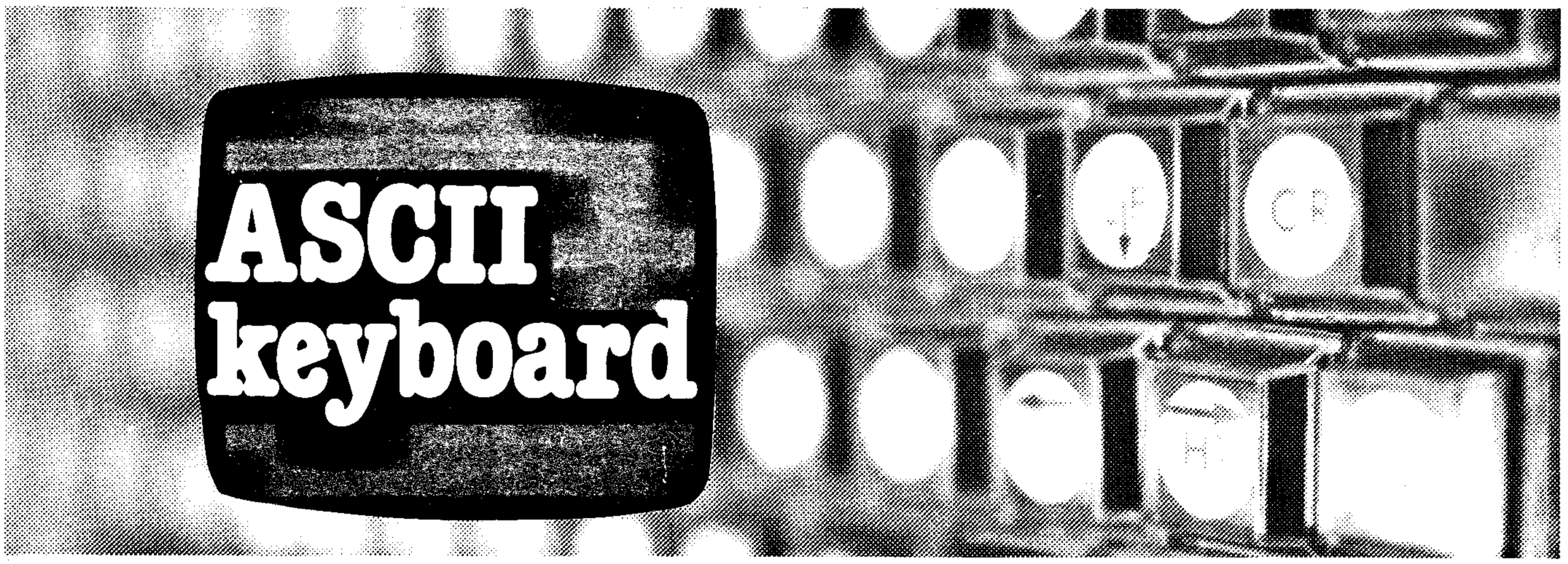
El circuito impreso se da en la figura 3. Para facilitar el montaje hemos colocado el visualizador y los interruptores sobre el circuito impreso y lo mismo hemos hecho con el transformador (si no se puede conseguir un transformador de terminales soldables directamente al circuito impreso deberán hacerse algunas pequeñas adaptaciones). En nuestro diseño hemos suprimido las conexiones entre la fuente de alimentación y el circuito. Esto permite cortar la parte correspondiente a la fuente de alimentación y colocarla, por ejemplo, debajo del circuito. Así podría colocarse el comprobador de transistores en una sola caja de tamaño reducido.

S3 es un conmutador de 4 circuitos y 2 posiciones. Puede montarse fácilmente en la placa de circuito impreso haciendo un taladro. Por el contrario, si así se desea, puede montarse también sobre la tapa de la caja si se hace el correspondiente cableado entre el interruptor y el circuito impreso (en el lado componentes de la placa de circuito impreso se indican estas conexiones en el mismo orden que en los conmutadores).

Los pulsadores que sirven para abrir y cerrar el circuito de base del transistor que se quiere comprobar son S2 y S3; a ser posible interesa que sean del tipo que incorpora un diodo LED. S2 tienen las conexiones correspondientes a los transistores PNP y S1 los correspondientes a los NPN (C: colector; E: emisor; B: base).

Los amplificadores operacionales que utilizamos en este circuito son muy corrientes, baratos y fáciles de adquirir: son del tipo 741. El único inconveniente que tienen es que sólo contienen un amplificador operacional por circuito integrado, por tanto será necesario utilizar 6. Para reducir los costes al mínimo puede prescindirse de los zócalos de soporte para los circuitos integrados pero aconsejamos utilizarlo en el caso del visualizador.

En la medida de lo posible aconsejamos que la conexión del circuito al transistor que se quiera comprobar se haga mediante pinzas de tipo «cocodrilo». ■



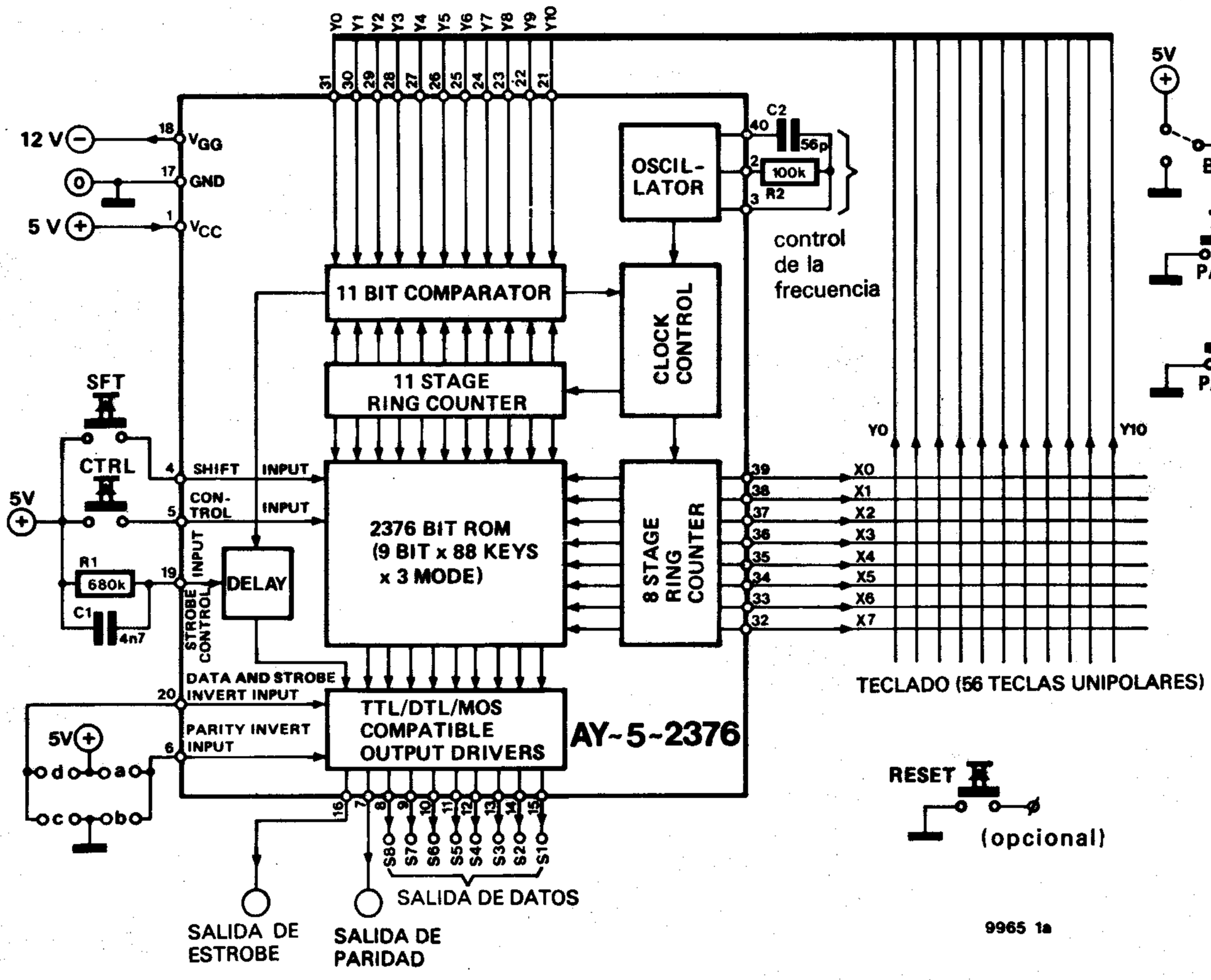

**El medio más común utilizado para dialogar con un microordenador es el teclado alfanumérico. El teclado que se describe a continuación está pensado fundamentalmente para ser utilizado con el Elekterminal, cuya descripción se da también en este número; no obstante, su diseño permite su utilización con la mayoría de los terminales.**

Como su nombre indica, un teclado alfanumérico está formado por caracteres alfabéticos y por cifras (decimales), así como por los signos usuales de puntuación. Es evidente que para que el teclado pueda «dialogar» con el ordenador es preciso que ambos utilicen el mismo lenguaje. Por esta razón se han creado una gran cantidad de códigos que atribuyen un código binario particular a cada carácter alfanumérico. El código más conocido y extendido es el American Standard Code for Information Interchange, más conocido por su abreviación ASCII. Se trata de un código de 8 bits, en el cual el bit de más peso (MSB) se utiliza como bit de paridad para la detección de errores. Dado que con 7 números binarios se obtienen 128 combinaciones diferentes, todavía quedan disponibles una buena cantidad de estas combinaciones una vez utilizadas las correspondientes a las letras del alfabeto, los signos de puntuación y las cifras decimales. Estos códigos restantes son utilizados para funciones de control. En la tabla 1 se da la lista completa de los caracteres ASCII, así como una breve descripción de los caracteres de control.

## Circuito del teclado

Aunque es teóricamente posible diseñar un teclado en el que cada uno de los 128 ca-

**1a**



1b

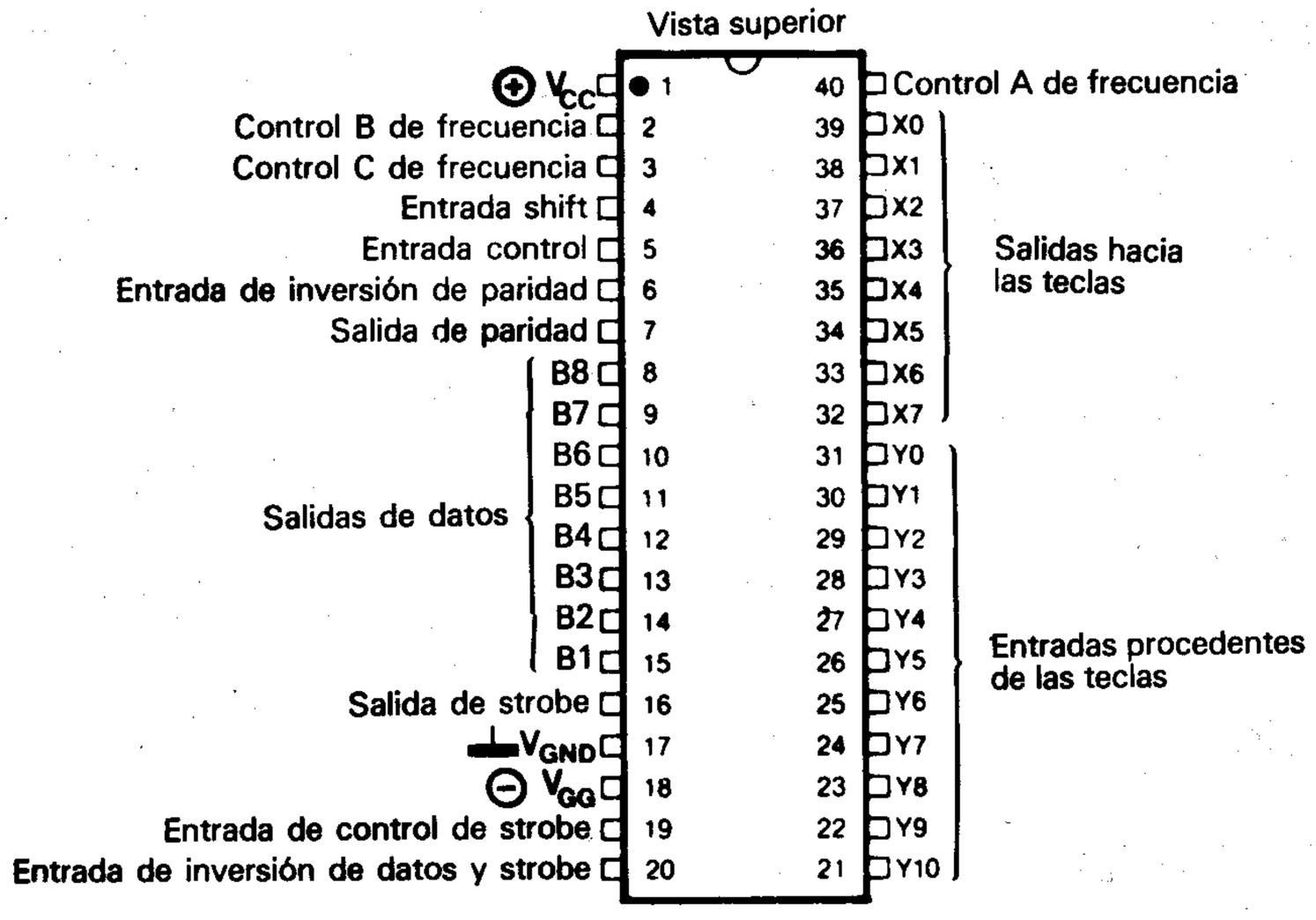
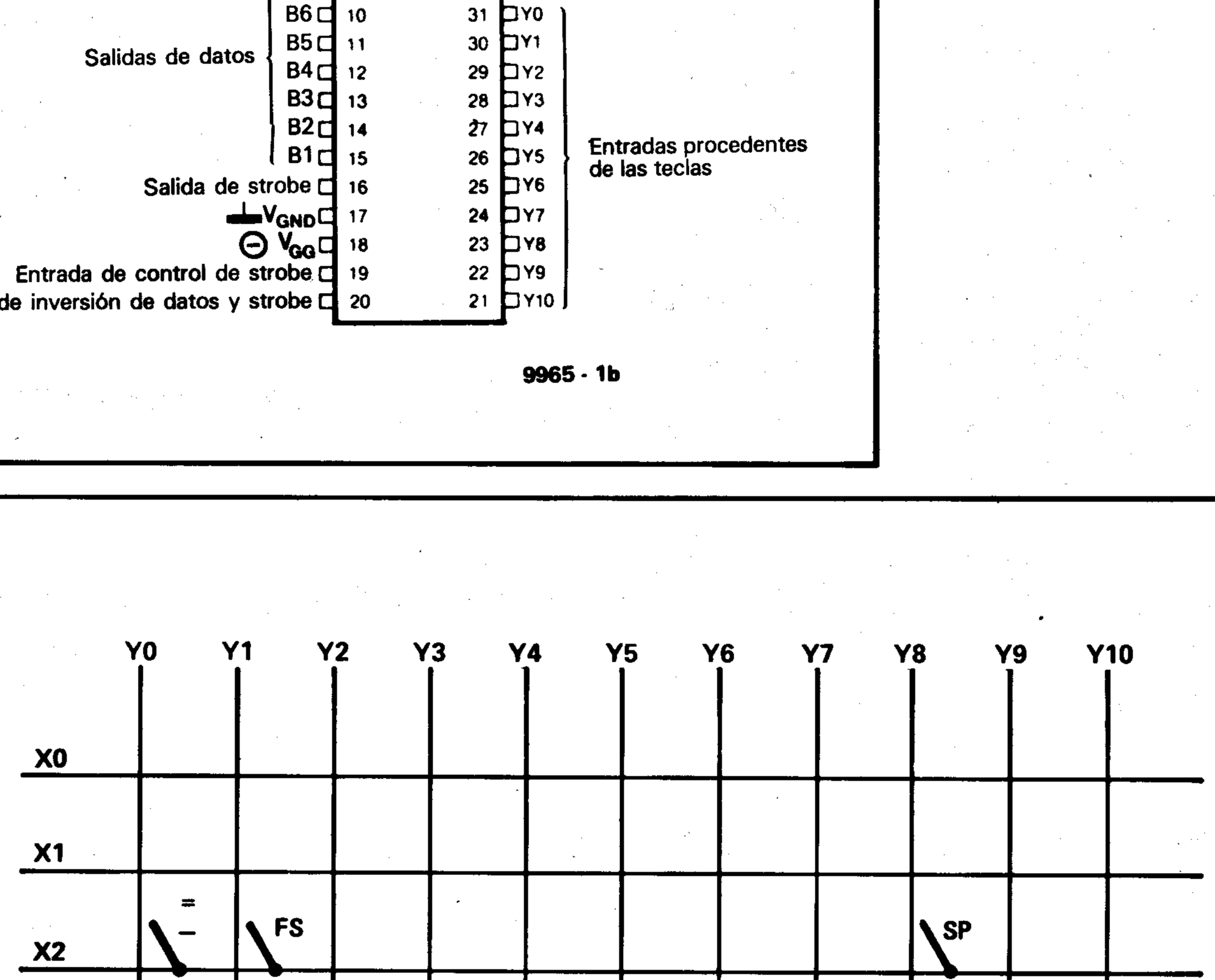



Figura 1a. Esquema sinóptico del teclado incluyendo el circuito integrado AY-5-2376.
Figura 1b. Patillaje del circuito integrado AY-5-2376.
Figura 2. Disposición de las teclas en forma de matriz. Obsérvese que no a todos los puntos de la misma le corresponde una tecla.

2



**Lista de componentes:**

Resistencias:

R1 = 680 k
R2 = 100 k

Condensadores:

C1 = 4n7
C2 = 56 p

Semiconductores:

IC1 = AY-5-2376 (General Instruments)

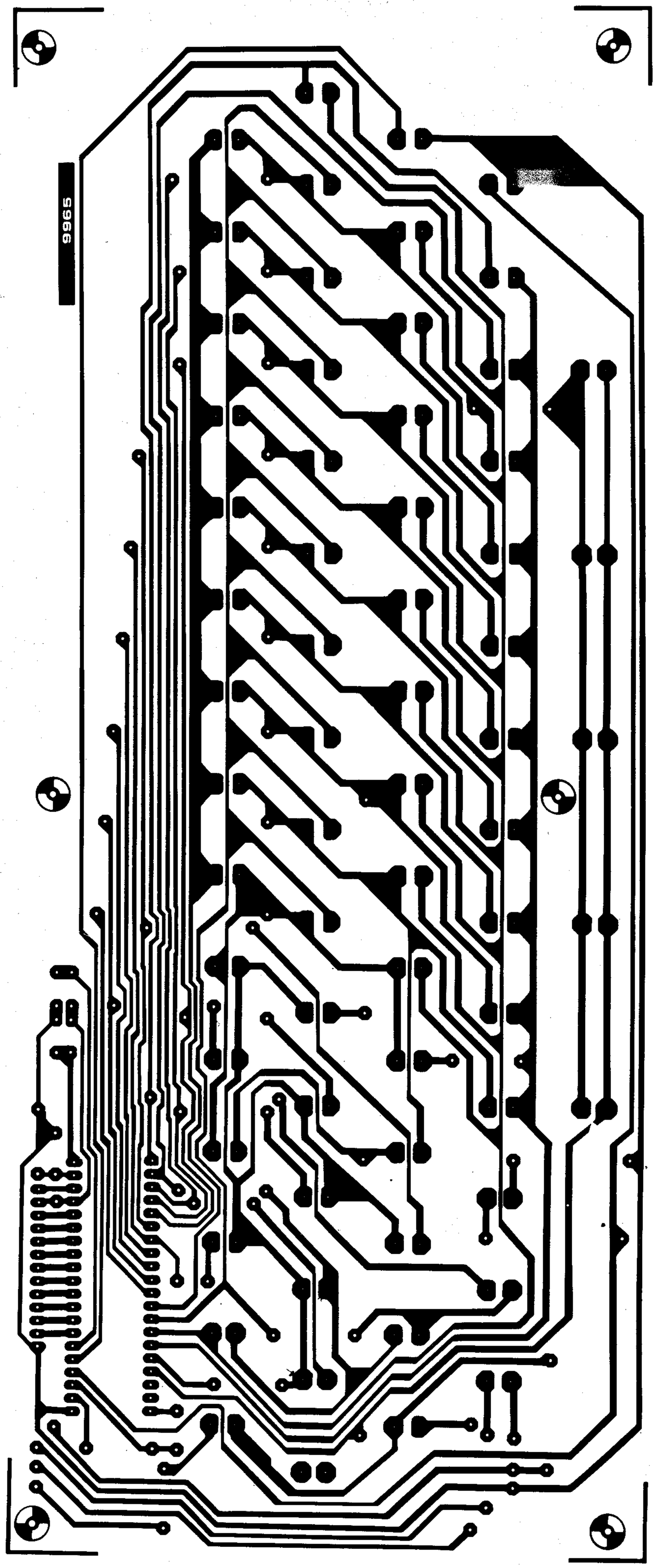
Varios:

62 teclas (TKC tipo MM9 - 2)

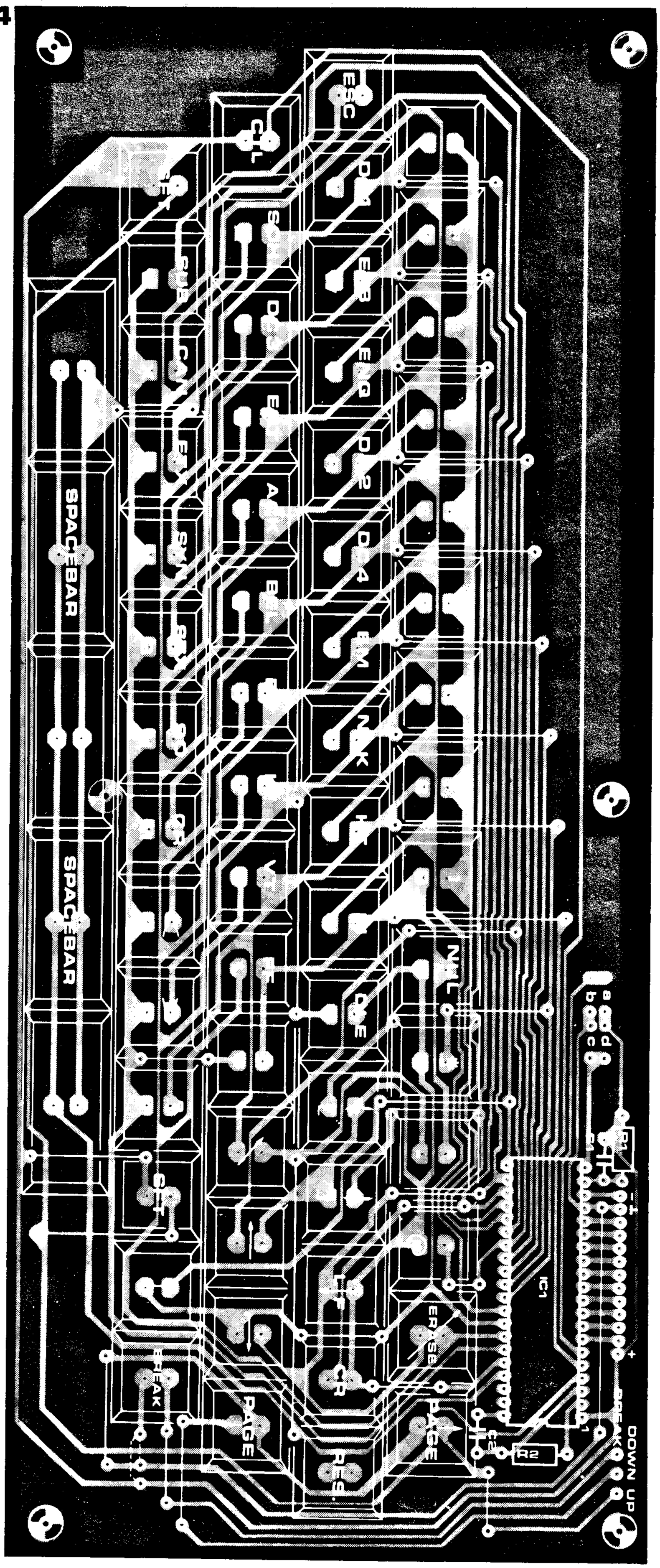
**Figura 3. Circuito impreso del teclado ASCII (EPS 9965).**
**Figura 4. Disposición de componentes en el circuito impreso del teclado ASCII.**

*Nota: Obsérvese que tanto el circuito impreso como la correspondiente serigrafía de componentes están aquí reducidas a un 90 % de su tamaño real.*

3



4




racteres posibles se corresponda con una tecla, es evidente que un teclado de ese tipo sería muy caro, y sobre todo, muy voluminoso. Normalmente, por tanto, se asigna a cada tecla una doble (o triple) función (como en las máquinas de escribir) y se utilizan diversas teclas de codificación para elegir cada uno de los códigos de la tecla. El cierre de los contactos de las teclas se convierte en código ASCII mediante un circuito integrado que incluye una memoria ROM que lleva grabada el código ASCII y que es direccionada por el teclado. Existen varios circuitos integrados con estas características en el mercado; uno de ellos es el AY-5-2376 de General Instruments. En la figura 1 se da el patillaje y el esquema sinóptico de este circuito integrado que prácticamente constituye todo el circuito de teclado.

Para facilitar el cableado del teclado se han dispuesto las teclas en forma de matriz, tal como se indica en la figura 2, pero, por la razón que veremos más adelante, a cada punto de la matriz no le corresponde una tecla. En la figura 1 pueden verse además diversas teclas suplementarias: una tecla de línea (break), dos teclas de página (page), una tecla reset opcional (reset), una tecla shift de código especial (SFT) y una tecla de control (CTRL). Las teclas de línea y de página están previstas especialmente para el Elekterminal. Las teclas shift y de control se utilizan para seleccionar las diferentes funciones de cada tecla. En la tabla 2 se dan las funciones obtenidas cuando se pulsan las teclas N (normal), S (shift) o C (control). Como puede verse, existe un cierto número de caracteres que aparecen varias veces en la tabla, esto explica que no deban ocuparse con teclas todos los puntos de la matriz.

En el Elekterminal se asignan funciones no estandard a diversos caracteres ASCII. En la tabla 3 se da la tabla completa con la explicación de la nueva función. Debe quedar claro que si se utiliza este teclado con otros terminales, los caracteres pueden guardar su significación original.

Dado que todos los contactos mecánicos tienen un cierto tiempo de rebote, el circuito integrado contiene un circuito de retardo que puede ser controlado externamente; la duración del retraso queda fijada por la constante de tiempo R1/C1. Conectando adecuadamente los puentes a, b, c y d se pueden llevar las patillas 6 y 20 del circuito integrado tanto a nivel lógico 0 como al nivel lógico 1. En este último caso, las salidas de datos, de paridad y de estrobe se invierten. En circunstancias normales, estas patillas están conectadas a masa, es decir, sólo se hacen los puentes c y b.

## Construcción

La construcción del teclado que acabamos de describir se ve enormemente facilitada utilizando el circuito impreso que se muestra en las figuras 3 y 4. En él está prevista la colocación de todos los componentes, incluídas las teclas. El diseño se ha hecho pensando en las teclas de la marca TKC tipo MM9-2 o equivalentes. En la figura 5 se muestra la disposición del teclado resultante. Es preciso que las teclas sean montadas con gran cuidado, asegurándose

**Tabla 1**

| Carácter | Código binario bits 7 a 0 | Código hexadecimal | Carácter | Código binario bits 7 a 0 | Hexadecimal |
|---|---|---|---|---|---|
| NUL | 00000000 | 00 | @ | 01000000 | 40 |
| SOH | 00000001 | 01 | A | 01000001 | 41 |
| STX | 00000010 | 02 | B | 01000010 | 42 |
| ETX | 00000011 | 03 | C | 01000011 | 43 |
| EOT | 00000100 | 04 | D | 01000100 | 44 |
| ENQ | 00000101 | 05 | E | 01000101 | 45 |
| ACK | 00000110 | 06 | F | 01000110 | 46 |
| BEL | 00000111 | 07 | G | 01000111 | 47 |
| BS | 00001000 | 08 | H | 01001000 | 48 |
| HT | 00001001 | 09 | I | 01001001 | 49 |
| LF | 00001010 | 0A | J | 01001010 | 4A |
| VT | 00001011 | 0B | K | 01001011 | 4B |
| FF | 00001100 | 0C | L | 01001100 | 4C |
| CR | 00001101 | 0D | M | 01001101 | 4D |
| SO | 00001110 | 0E | N | 01001110 | 4E |
| SI | 00001111 | 0F | O | 01001111 | 4F |
| DLE | 00010000 | 10 | P | 01010000 | 50 |
| DC1 | 00010001 | 11 | Q | 01010001 | 51 |
| DC2 | 00010010 | 12 | R | 01010010 | 52 |
| DC3 | 00010011 | 13 | S | 01010011 | 53 |
| DC4 | 00010100 | 14 | T | 01010100 | 54 |
| NAK | 00010101 | 15 | U | 01010101 | 55 |
| SYN | 00010110 | 16 | V | 01010110 | 56 |
| ETB | 00010111 | 17 | W | 01010111 | 57 |
| CAN | 00011000 | 18 | X | 01011000 | 58 |
| EM | 00011001 | 19 | Y | 01011001 | 59 |
| SUB | 00011010 | 1A | Z | 01011010 | 5A |
| ESC | 00011011 | 1B | [ | 01011011 | 5B |
| FS | 00011100 | 1C | \ | 01011100 | 5C |
| GS | 00011101 | 1D | ] | 01011101 | 5D |
| RS | 00011110 | 1E | Λ | 01011110 | 5E |
| US | 00011111 | 1F | — | 01011111 | 5F |
| SP | 00100000 | 20 | ` | 01100000 | 60 |
| ! | 00100001 | 21 | a | 01100001 | 61 |
| " | 00100010 | 22 | b | 01100010 | 62 |
| # | 00100011 | 23 | c | 01100011 | 63 |
| $ | 00100100 | 24 | d | 01100100 | 64 |
| % | 00100101 | 25 | e | 01100101 | 65 |
| & | 00100110 | 26 | f | 01100110 | 66 |
| ' | 00100111 | 27 | g | 01100111 | 67 |
| ( | 00101000 | 28 | h | 01101000 | 68 |
| ) | 00101001 | 29 | i | 01101001 | 69 |
| * | 00101010 | 2A | j | 01101010 | 6A |
| + | 00101011 | 2B | k | 01101011 | 6B |
| , | 00101100 | 2C | l | 01101100 | 6C |
| — | 00101101 | 2D | m | 01101101 | 6D |
| . | 00101110 | 2E | n | 01101110 | 6E |
| / | 00101111 | 2F | o | 01101111 | 6F |
| 0 | 00110000 | 30 | p | 01110000 | 70 |
| 1 | 00110001 | 31 | q | 01110001 | 71 |
| 2 | 00110010 | 32 | r | 01110010 | 72 |
| 3 | 00110011 | 33 | s | 01110011 | 73 |
| 4 | 00110100 | 34 | t | 01110100 | 74 |
| 5 | 00110101 | 35 | u | 01110101 | 75 |
| 6 | 00110110 | 36 | v | 01110110 | 76 |
| 7 | 00110111 | 37 | w | 01110111 | 77 |
| 8 | 00111000 | 38 | x | 01111000 | 78 |
| 9 | 00111001 | 39 | y | 01111001 | 79 |
| : | 00111010 | 3A | z | 01111010 | 7A |
| ; | 00111011 | 3B | { | 01111011 | 7B |
| < | 00111100 | 3C | \| | 01111100 | 7C |
| = | 00111101 | 3D | } | 01111101 | 7D |
| > | 00111110 | 3E | ~ | 01111110 | 7E |
| ? | 00111111 | 3F | DEL | 01111111 | 7F |

**Tabla 1b**

| | |
|---|---|
| NUL | — nulo, o ceros |
| SOH | — principio de encabezamiento |
| STX | — principio de texto |
| ETX | — fin de texto |
| EOT | — fin de comunicación |
| ENQ | — pregunta |
| ACK | — acuse de recibo |
| BEL | — llamada |
| BS | — retroceso de un espacio hacia la izquierda |
| HT | — tabulación horizontal |
| LF | — descenso de línea |
| VT | — tabulación vertical |
| FF | — página siguiente |
| CR | — retorno |
| SO | — código especial |
| SI | — código normal |
| DLE | — escape de una transmisión |
| DC1 | — control del periférico 1 |
| DC2 | — control del periférico 2 |
| DC3 | — control del periférico 3 |
| DC4 | — control del periférico 4 |
| NAK | — acuse de recibo negativo |
| SYN | — sincronización |
| ETB | — fin de un bloque de transmisión |
| CAN | — anulación |
| EM | — fin de soporte |
| SUB | — sustitución |
| ES | — escape |
| FS | — separador de ficheros |
| GS | — separador de grupo |
| RS | — separador de registros |
| US | — separador de elementos de información |
| SP | — espacio |
| DEL | — borrado |

**Tabla 1a. Lista de caracteres ASCII con sus correspondientes códigos binario y hexadecimal.**
**Tabla 1b. Descripción de los caracteres de control.**
**Tabla 2. Relación entre la matriz de teclas (teclado) y los caracteres ASCII. Obsérvese que algunos caracteres aparecen varias veces, por lo que no es necesaria una tecla para cada punto de la matriz.**
**Tabla 3. Con el Elekterminal algunos caracteres ASCII tienen asignadas funciones no-standard. En esta tabla se indican sus nuevos significados.**
**Figura 5. Disposición del teclado.**

**Tabla 2**

| | | Y0 | Y1 | Y2 | Y3 | Y4 | Y5 | Y6 | Y7 | Y8 | Y9 | Y10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C: control<br>S: shift<br>N: normal | | | | | | | | | | | | |
| | C | NUL | SOH | STX | ETX | EOT | ENQ | ACK | BEL | DC1 | DLE | SI |
| x 0 | S | NUL | SOH | STX | ETX | EOT | ENQ | ACK | BEL | DC1 | @ | ← |
| | N | NUL | SOH | STX | ETX | EOT | ENQ | ACK | BEL | DC1 | P | O |
| | C | DLE | VT | FF | SO | CR | NAK | SYN | ETB | CAN | EM | SUB |
| X1 | S | DLE | [ | \ | ↑ | ] | NAK | SYN | ETB | CAN | EM | SUB |
| | N | DLE | K | L | N | M | NAK | SYN | ETB | CAN | EM | SUB |
| | C | | FS | GS | RS | US | | | | SP | | US |
| X2 | S | = | FS | GS | RS | US | < | > | , | SP | . | ← |
| | N | — | FS | GS | RS | US | < | > | , | SP | . | ← |
| | C | | | DLE | US | | BS | ESC | GS | CR | LF | RUB |
| X3 | S | | * | P | DEL | ` | BS | { | } | CR | LF | OUT |
| | N | 0 | : | p | ← | @ | BS | [ | ] | CR | LF | |
| | C | | | | | CR | SO | STX | SYN | ETX | CAN | SUB |
| X4 | S | + | ? | > | < | M | N | B | V | C | X | Z |
| | N | ; | / | . | , | m | n | b | v | c | x | z |
| | C | FF | VT | LF | BS | BEL | ACK | EOT | DC3 | SOH | FF | ESC |
| x 5 | S | L | K | J | H | G | F | D | S | A | FF | ESC |
| | N | l | k | j | h | g | f | d | s | a | FF | ESC |
| | C | SI | HT | NAK | EM | DC4 | DC2 | ENQ | ETB | DC1 | HT | VT |
| X6 | S | O | I | U | Y | T | R | E | W | Q | HT | VT |
| | N | o | i | u | y | t | r | e | w | q | HT | VT |
| | C | | | | | | | | | | RS | FS |
| X7 | S | ) | ( | ' | & | % | $ | = | " | ! | ESC | \| |
| | N | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | ↑ | \ |

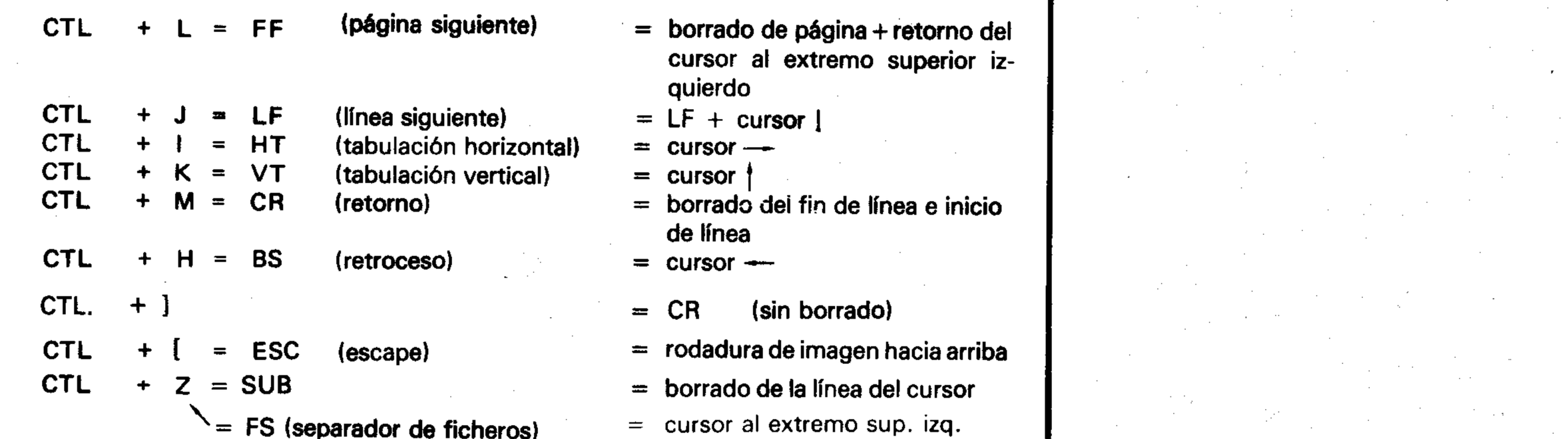
**Tabla 3**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CTL | + | L | = FF | (página siguiente) | = borrado de página + retorno del cursor al extremo superior izquierdo |
| CTL | + | J | = LF | (línea siguiente) | = LF + cursor ↓ |
| CTL | + | I | = HT | (tabulación horizontal) | = cursor → |
| CTL | + | K | = VT | (tabulación vertical) | = cursor ↑ |
| CTL | + | M | = CR | (retorno) | = borrado del fin de línea e inicio de línea |
| CTL | + | H | = BS | (retroceso) | = cursor ← |
| CTL. | + | ] | | | = CR (sin borrado) |
| CTL | + | [ | = ESC | (escape) | = rodadura de imagen hacia arriba |
| CTL | + | Z | = SUB | | = borrado de la línea del cursor |
| | | \ | = FS (separador de ficheros) | | = cursor al extremo sup. izq. |

de que quedan bien posicionadas, ya que si no se hace así, las partes superiores de las mismas podrían rozar entre sí, dificultando su pulsación. Para evitar estos problemas, la mejor solución es montarlas fila por fila utilizando una regla o plantilla para mantenerlas en su sitio.

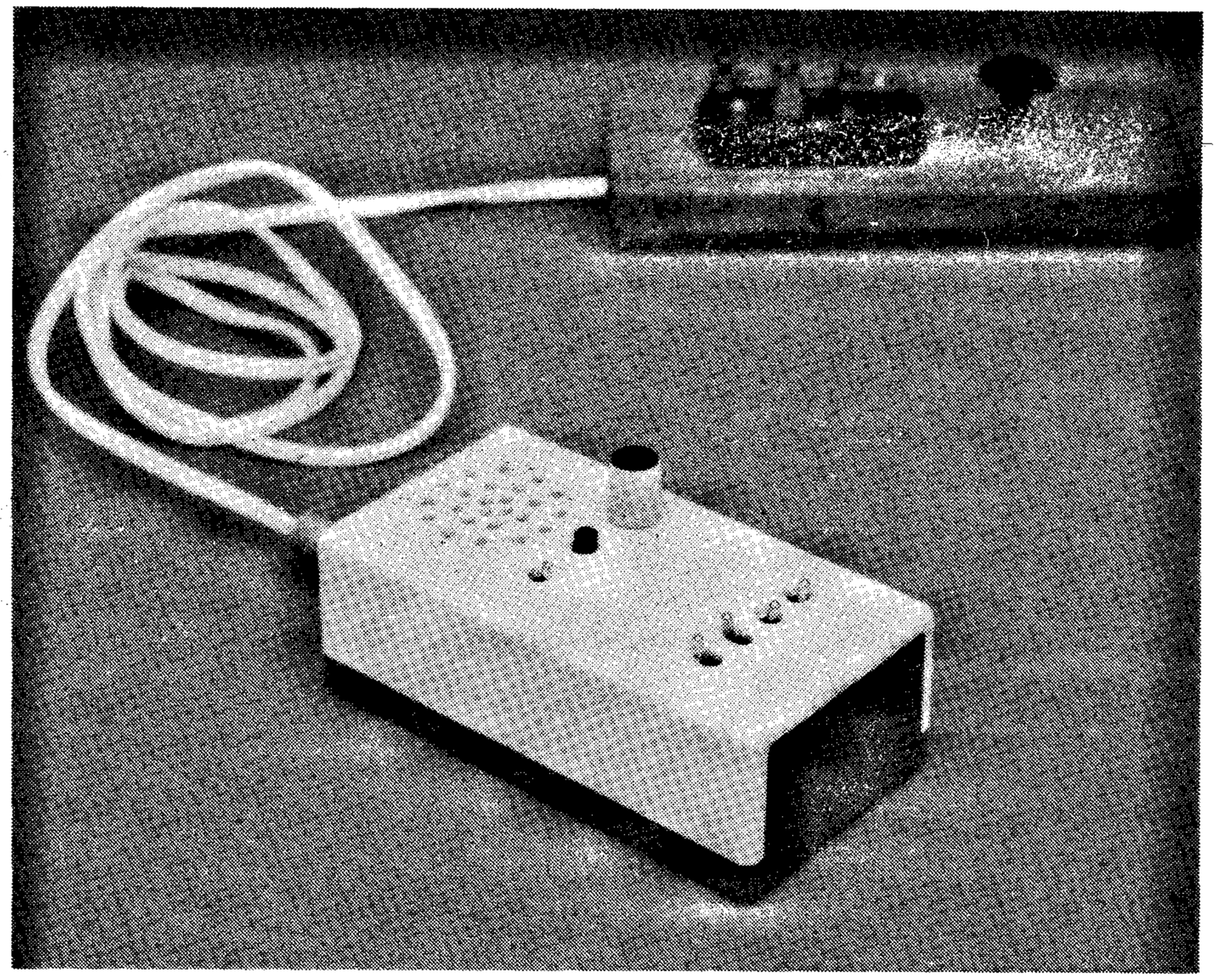
Las conexiones entre el teclado y el conector de entrada del terminal con el que vayan a utilizarse, se realizarán mediante cables planos, a través del cual se alimentará simultáneamente el teclado con +5V y -12V. En ambos casos, el consumo máximo será de 10 mA.

**5**




9965 5

**Manejar las señales morse es bastante pesado si no se saben de memoria los diversos códigos de letras y números. Hay que pasar proceso similar al usado en la escuela con las tablas de multiplicar para poder manejar con facilidad este código telegráfico. En entrenador morse que presentamos en este artículo facilita esta etapa de aprendizaje.**



# entrenador morse

1

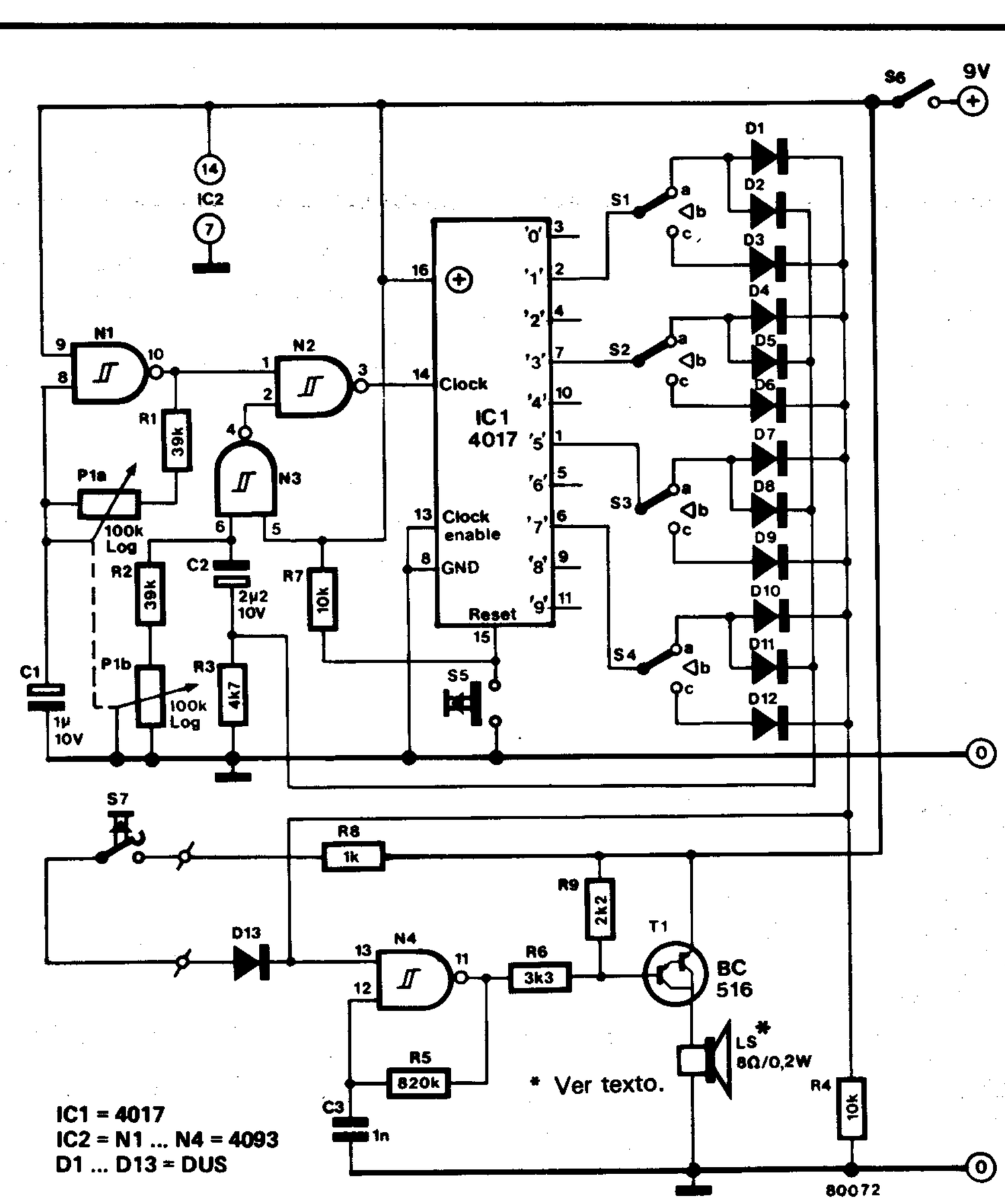



**Figura 1. Circuito del entrenador morse.**

Nuestro generador de señales morse repite constantemente una determinada señal que se selecciona mediante 4 interruptores. Es sabido que en código morse cada letra se representa por una serie de puntos y rayas. Una raya dura tres veces más que un punto. El intervalo entre dos puntos (o entre dos rayas) queda determinado en nuestro entrenador por el generador de señal de reloj (N1 de la figura 1), cuya frecuencia puede variarse según diversos niveles de dificultad. IC1 es un contador de décadas. Cuando se pulsa S5 sus salidas pasan sucesivamente al estado alto con los frentes ascendentes de los impulsos de reloj.

Utilizando las salidas «1» (patilla 2), «3» (patilla 7), «5» (patilla 1) y «7» (patilla 6) del contador, los «1» lógicos estarán seguidos de «0» lógicos de la misma duración.

Si los interruptores S1... S4 están en la posición «c», se obtendrán 4 señales correspondientes a 4 puntos que permitirán que el oscilador/amplificador de baja frecuencia produzca, a través del altavoz, 4 puntos (letra H). El contador de décadas repetirá esta señal mientras el interruptor S5 esté pulsado.

Cuando uno de los interruptores está en la posición «a», la salida correspondiente del contador estará conectada a un diodo adicional y a un condensador electrolítico C2. Esto impide que IC1 reciba la señal de reloj a través de su patilla 14. El condensador se descarga a través de R2 y P1b. El tiempo de descarga queda determinado por la posición del cursor de P1b. Como resultado se emite una raya.

La combinación de posiciones de los 4 interruptores S1, S2, S3 y S4 permite generar todas las señales morse (ver tabla 1) correspondientes al alfabeto. Si la salida de la se-

2

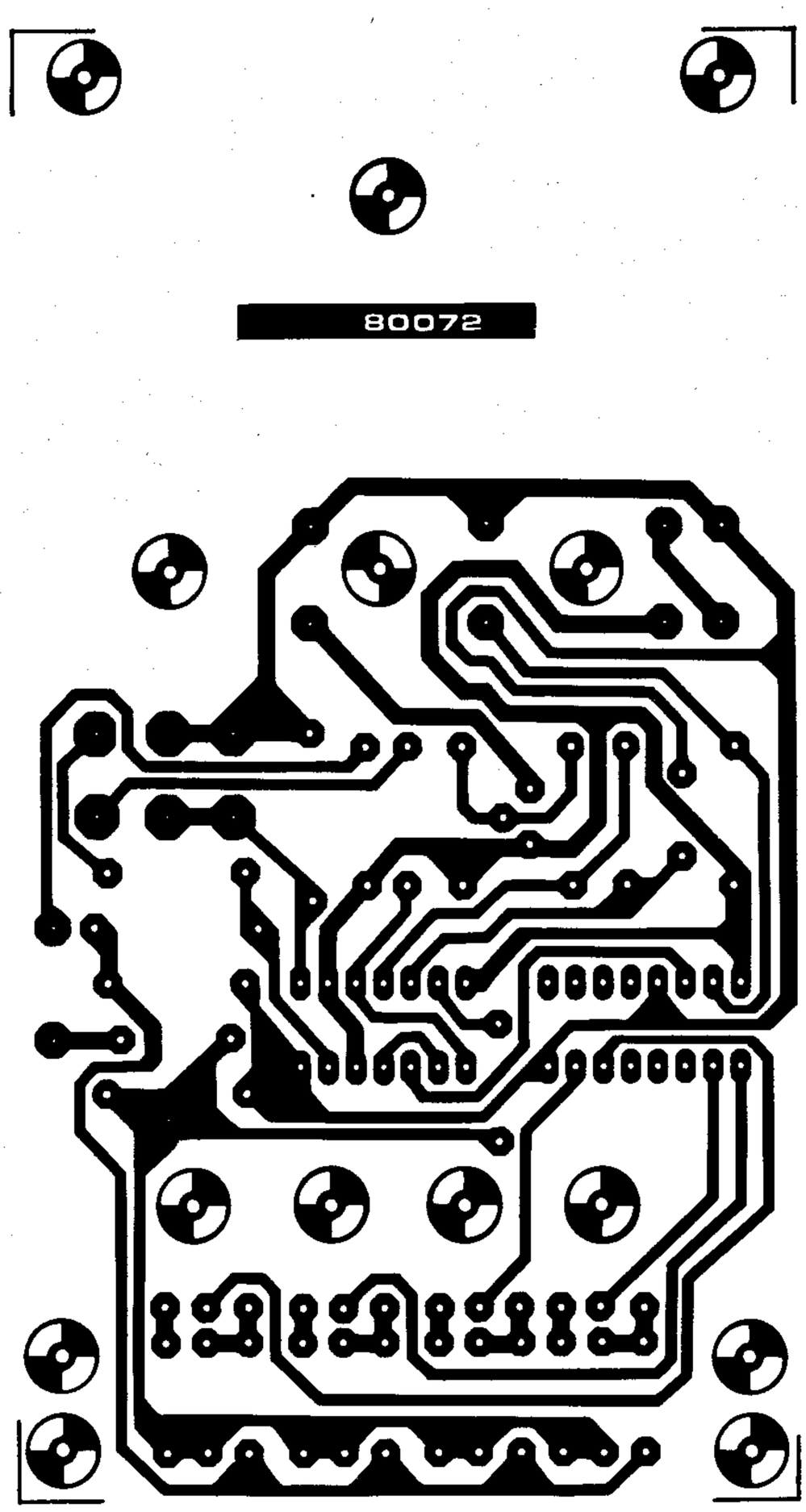



**Figura 2. Circuito impreso del entrenador morse.**

**Tabla 1**

| Código morse | Letra | S1 | S2 | S3 | S4 |
|---|---|---|---|---|---|
| ·— | A | ↓ | ↑ | – | – |
| —··· | B | ↑ | ↓ | ↓ | ↓ |
| —·—· | C | ↑ | ↓ | ↑ | ↓ |
| —·· | D | ↑ | ↓ | ↓ | – |
| · | E | ↓ | – | – | – |
| ··—· | F | ↓ | ↓ | ↑ | ↓ |
| ——· | G | ↑ | ↑ | ↓ | – |
| ···· | H | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| ·· | I | ↓ | ↓ | – | – |
| ·——— | J | ↓ | ↑ | ↑ | ↑ |
| —·— | K | ↑ | ↓ | ↑ | – |
| ·—·· | L | ↓ | ↑ | ↓ | ↓ |
| —— | M | ↑ | ↑ | – | – |
| —· | N | ↑ | ↓ | – | – |
| ——— | O | ↑ | ↑ | ↑ | – |
| ·——· | P | ↓ | ↑ | ↑ | ↓ |
| ——·— | Q | ↑ | ↑ | ↓ | ↑ |
| ·—· | R | ↓ | ↑ | ↓ | – |
| ··· | S | ↓ | ↓ | ↓ | – |
| — | T | ↑ | – | – | – |
| ··— | U | ↓ | ↓ | ↑ | – |
| ···— | V | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ |
| ·—— | W | ↓ | ↑ | ↑ | – |
| —··— | X | ↑ | ↓ | ↓ | ↑ |
| —·—— | Y | ↑ | ↓ | ↑ | ↑ |
| ——·· | Z | ↑ | ↑ | ↓ | ↓ |

**Tabla 1. Esta tabla muestra la posición de los diversos conmutadores para generar las letras del alfabeto en código morse.**

**↑ Interruptor hacia arriba.**
**↓ Interruptor hacia abajo.**
**– Interruptor en posición intermedia.**

ñal de audio resulta demasiado elevada, puede instalarse un potenciómetro de 50 ohmios en serie con el altavoz, o se pueden conectar a la salida unos auriculares, en cuyo caso la concentración del usuario del entrenador será mayor, sin necesidad de molestar a nadie de su alrededor.

Accionando el interruptor S7 se puede utilizar este generador de señales morse para la transmisión. La tensión de alimentación se aplica al generador de baja frecuencia a través de R8 y D13, provocando la emisión de una tonalidad por el altavoz. En este caso no se debe actuar S5 con lo que N1 queda inactivo.

# elekterminal

## Terminal de video para microprocesadores

**Es innegable que la manera más práctica y más elegante de visualizar los datos tratados por un microprocesador es una pantalla de TV. Utilizado conjuntamente con un teclado ASCII como el que se describe también en este número, el circuito de interface video que presentamos forma un terminal video completo que se puede utilizar con el Junior Computer o con cualquier otro sistema de microprocesador que tenga una unidad de entrada/salida en serie.**

El terminal video que estudiamos en este artículo es del tipo serie en el cual la RAM video utilizada para memorizar los caracteres que deben generarse en la pantalla no es común con el microprocesador. Este sistema presenta varias ventajas: en primer lugar, el terminal puede utilizarse solo (es decir, sin conectar a un sistema de microprocesador) como una máquina de escribir con pantalla. En segundo lugar, el sistema es compatible TTY, es decir, utilizando el MODEM adecuado puede transmitir y recibir datos a través de una línea telefónica. En tercer lugar, como muchos de los sistemas de microprocesador tienen la posibilidad de recibir y transmitir en forma serie, este terminal puede ser utilizado con la mayoría de los microprocesadores, ya que casi todos disponen del software necesario para ello.

El Elekterminal utiliza un circuito integrado mono-chip para la visualización de los textos en pantalla: se trata del SF.F 96364 de Sescosem (Thompson-CSF). El interface de video completo está formado sólo por 21 circuitos integrados gracias a la multitud de funciones que realiza el SF.F 96364. El conjunto ocupa una tarjeta de dimensiones algo mayores que el formato Eurocard.

Las características más importantes de este interface son:

— 1.024 caracteres por página. Cada página está organizada en 16 líneas de 64 caracteres.

— Posible ampliación hasta de 16 páginas mediante una tarjeta de memoria enchufable.

— 6 velocidades de transmisión posibles: 75, 110, 150, 300, 600, ó 1.200 baudios.

— Características de interface serie programable: código ASCII de 6 ó 7 bits, bit de paridad, bit de imparidad o ningún bit de paridad, generación de uno o dos bits de paro.

— Salida TTL estándar o RS232C.

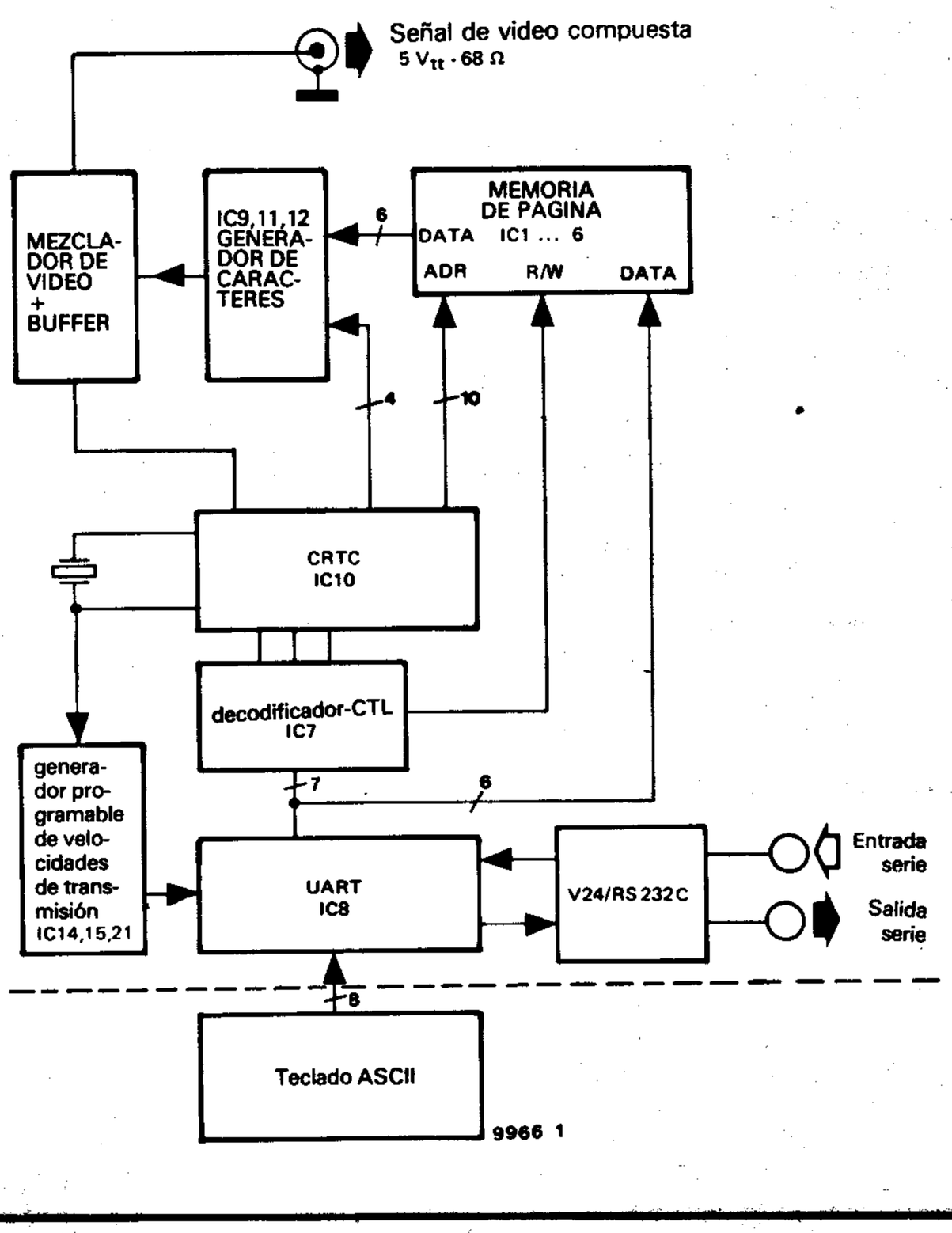
— Señal video normal (blanca sobre fondo oscuro) o invertida (negra sobre fondo claro).

— Control sofisticado del cursor y funciones de rodadura de imagen (screen-scrolling) realizados directamente por hardware.

### Esquema sinóptico

En la figura 1 se presenta el esquema sinóptico del Elekterminal. En este artículo

1



estudiaremos sólo el interface video propiamente dicho, ya que la descripción detallada del teclado ASCII se hace en otro lugar de esta misma revista.

La salida ASCII del teclado entre directamente en la UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmiter = circuito universal asíncrono de recepción y transmisión). Se trata de un circuito integrado LSI que acepta los datos, tanto en forma serie como en forma paralelo, de un periférico (teclado, modem...,), y los transmite a una CPU o a una interface de video, después de realizar una conversión serie-paralelo o paralelo-serie.

La misión fundamental del UART es permitir la intercomunicación del teclado, la consola de visualización y la CPU. Veremos más adelante, en este mismo artículo, una descripción más amplia de este importante circuito integrado.

Para transmitir los datos a diferentes velocidades es preciso utilizar un generador programable de velocidad de transmisión. Se define la velocidad de transmisión en baudios como el número total de bits (incluidos los bits de control tales como los bits de paridad y los bits de paro) transmitidos en un segundo. El generador programable genera un cierto número de frecuencias, siendo cada una de ellas igual a 16 veces la velocidad de transmisión deseada expresada en baudios. Las frecuencias de salida se obtienen dividiendo una frecuencia principal de reloj producida por el oscilador de cuarzo del CRTC. Este circuito es, sin ninguna duda, el circuito más importante de todo el conjunto. El CRTC (Cathode Ray Tube Controller = Controlador del Tubo de Rayos Catódicos) debería denominarse «procesador de video». De todas maneras, el nombre que le demos no tiene demasiada importancia. Se trata de un circuito integrado LSI que realiza un gran número de funciones de control utilizando un mínimo de componentes exteriores. No hace mucho tiempo era necesario utilizar una montaña de circuitos integrados lógicos diferentes para poder realizar una tarjeta de interface video; afortunadamente, ahora basta con un solo circuito integrado. Entre otras cosas, el CRTC genera los impulsos de sincronización de línea y de campo de la señal video, se ocupa del direccionamiento de la memoria de página y controla el generador de caracteres. El circuito realiza por hardware el control del cursor y la rodadura de imagen. Más adelante veremos el funcionamiento del CRTC.

La memoria de página, que es la que contiene los datos que deben ser visualizados en la pantalla, está formada por un cierto número de memorias RAM estáticas. Toda esta memoria es examinada una vez por trama (20 ms.). El código ASCII, almacenado en la memoria de página, es decodificado por el generador de caracteres de forma apropiada para su visualización. Después de una conversión paralelo-serie del caracter ASCII se le añaden los impulsos de sincronización horizontal y vertical; esto último se efectúa en el mezclador de video, el cual nos da a la salida una señal de 5V de amplitud cresta-cresta que puede conectarse directamente a un monitor de video o, a través del modulador VHF-UHF publicado en la revista N.° 8 de ELEKTOR, a la entrada de antena de un receptor de televisión.

Solamente nos queda por ver el decodificador CTL. Se trata de una ROM que decodifica cada caracter ASCII transmitido por la UART e informa al CRTC de si se trata de una señal de control (que no debe ser visualizada) o de un carácter que debe ser visualizado en la pantalla.

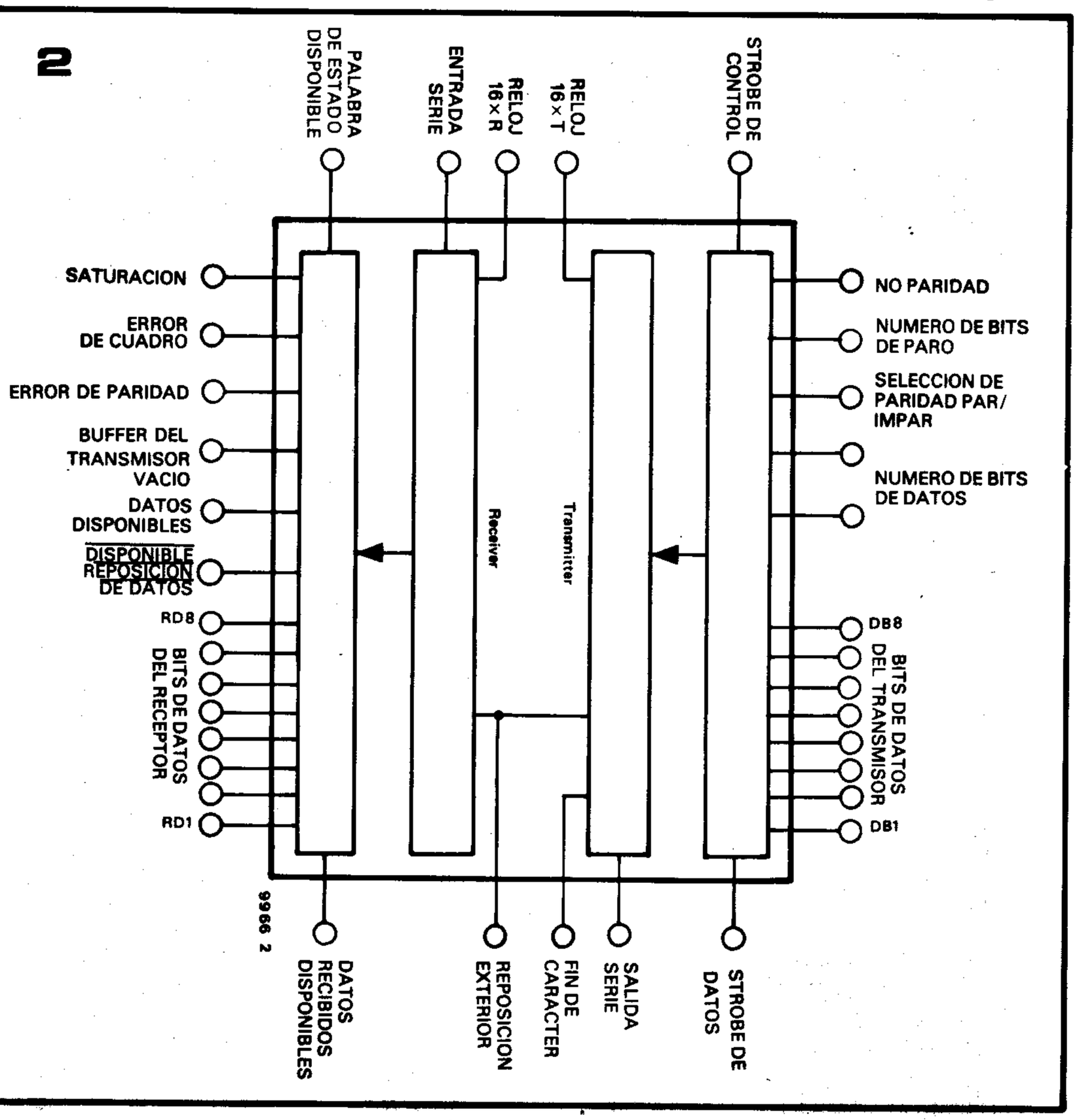
## Los circuitos integrados UART, generador de caracteres y CRTC

Para aquellos lectores que no estén familiarizados con estos importantes componentes, vamos a examinar con cierto detalle su modo de funcionamiento.

### UART

En la figura 2 se da el esquema sinóptico correspondiente al circuito universal asíncrono de recepción y transmisión (UART), cuya referencia es AY-5-1013, que se utiliza en el Elekterminal. De hecho se puede considerar que el UART está formado por 2 circuitos integrados (un emisor y un receptor) contenidos en una misma cápsula, de manera que un cierto número de funciones le son comunes, lo que permite ahorrar algunas patillas de salida. El UART es, en primer lugar, un circuito que controla de forma asíncrona las transmisiones de datos, es decir, es capaz de recibir y de emitir datos a diferentes velocidades, así como de efectuar una conversión serie-paralelo o paralelo-serie, o incluso puede añadir o suprimir los bits necesarios de control o de detección de error. Para determinar la velocidad a la que se debe realizar la transferencia de datos, la parte emisora y receptora del circuito tiene entradas de reloj independientes; de este modo puede uti-

2




3

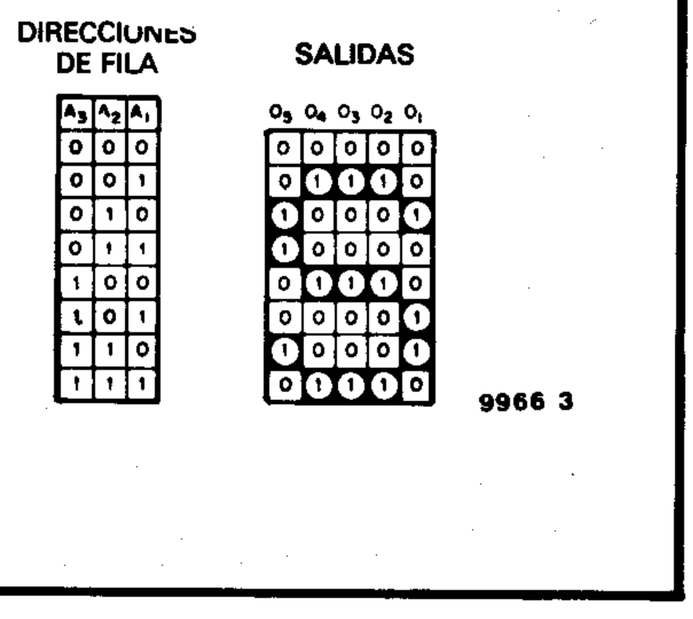



**Figura 1. Esquema sinóptico del Elekterminal.**

**Figura 2. Esquema interno simplificado del UART.**

**Figura 3. Los caracteres se generan mediante matrices de puntos de 8×5. La línea de puntos superior permanece constantemente apagada.**

lizarse la UART tanto para conversiones de códigos como para conversiones de velocidad. Las velocidades quedan determinadas por la frecuencia de salida del generador programable de velocidad de transmisión contenido en el chip. Como hemos dicho antes, la frecuencia de salida de este generador es igual a 16 veces la velocidad de transmisión expresada en Baudios.

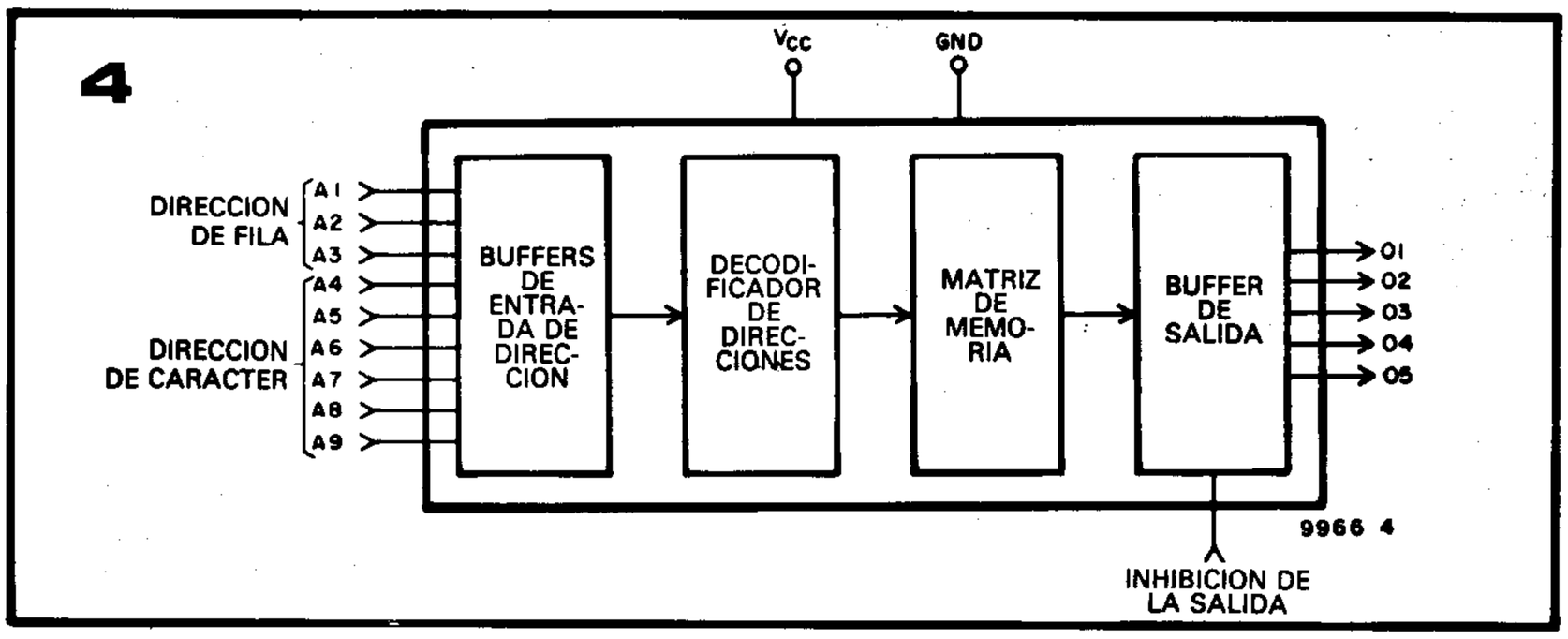
Los datos son enviados en forma paralelo a la parte emisora del UART (estos datos pueden proceder, por ejemplo, de la salida ASCII del teclado) que convierte este código paralelo en una sucesión en serie de informaciones añadiendo los bits necesarios de marcha, paro y eventualmente el bit de paridad. Cada usuario puede, según su deseo, programar el formato del caracter de serie emitido o recibido. Es decir, se tiene la posibilidad de elegir entre uno o dos bits de paro, un bit de paridad, un bit de imparidad o incluso ningún bit de paridad y una longitud de palabra igual a 5, 6, 7 ó 8 bits. La parte receptora del UART efectúa exactamente el trabajo contrario, es decir, elimina los bits de marcha y paro del caracter que recibe, controla los errores de paridad (que son señalizados activando la salida «error de paridad») y finalmente, entrega los datos por su salida en forma paralelo. Cuando se utiliza el UART como convertidor de código o de velocidad, los datos presentes en la salida del receptor son enviados a la entrada de datos del transmisor; la conversión de códigos se realiza por medio de una memoria ROM decodificadora conectada entre las dos secciones.

## Generador de caracteres.

El generador de caracteres es menos complejo que el UART, pero no por ello menos importante. Este circuito integrado es el responsable del paso de un caracter ASCII almacenado en la RAM video a un formato que pueda ser utilizado para generar en la pantalla el correspondiente caracter alfanumérico. En general, todo caracter está inscrito en una matriz de puntos. Las dimensiones más corrientes de estas matrices son $5 \times 7$ y $7 \times 9$. Cada tipo posee ventajas e inconvenientes. Las matrices de $7 \times 9$ producen caracteres más detallados, ya que su resolución es mayor. Sin embargo, el mayor número de puntos contenidos por la matriz implica un aumento de la banda pasante de la señal video, de modo que con 64 caracteres por línea, esta banda pasante es de varios MHz., lo cual resulta demasiado grande para un televisor normal, produciéndose una mala definición de imagen. Por esta razón se reserva la matriz de $7 \times 9$ para ser utilizada con monitores de video.

Con los caracteres contenidos en una matriz de $5 \times 7$, aunque son un poco más simples, es posible obtener una excelente definición cuando se emplea un televisor normal provisto de una entrada de video. Incluso con la inevitable degradación de imagen que supone la utilización de un modulador VHF-UHF es posible una legibilidad perfectamente satisfactoria en aquellos televisores que no tengan entrada video. En la figura 3 puede verse el formato de la matriz producida por el generador de caracteres. La información contenida en cada línea es memorizada en una memoria ROM, la cual es direccionada por los 6 bits del código ASCII junto con los 3 bits que, procedentes del control lógico del circuito integrado, realizan la selección de las filas.

La figura 4 representa el esquema sinóptico interno simplificado del generador de caracteres. El conjunto de los 9 bits de dirección permite seleccionar hasta 512 líneas de 5 bits. Dado que un caracter completo requiere 8 líneas, podrán generarse 64 caracteres. Dependiendo del código ASCII, la palabra (datos) correcta para cada dirección de línea aparece en las cinco salidas de datos. Utilizando el control de inhibición (son salidas tri-state) se pueden colocar las salidas de datos en estado de alta impedancia, lo que permite conectar en paralelo 2 ó más generadores de caracteres. De este modo se pueden generar otros 64 caracteres del código ASCII (letras minúsculas y caracteres especiales).



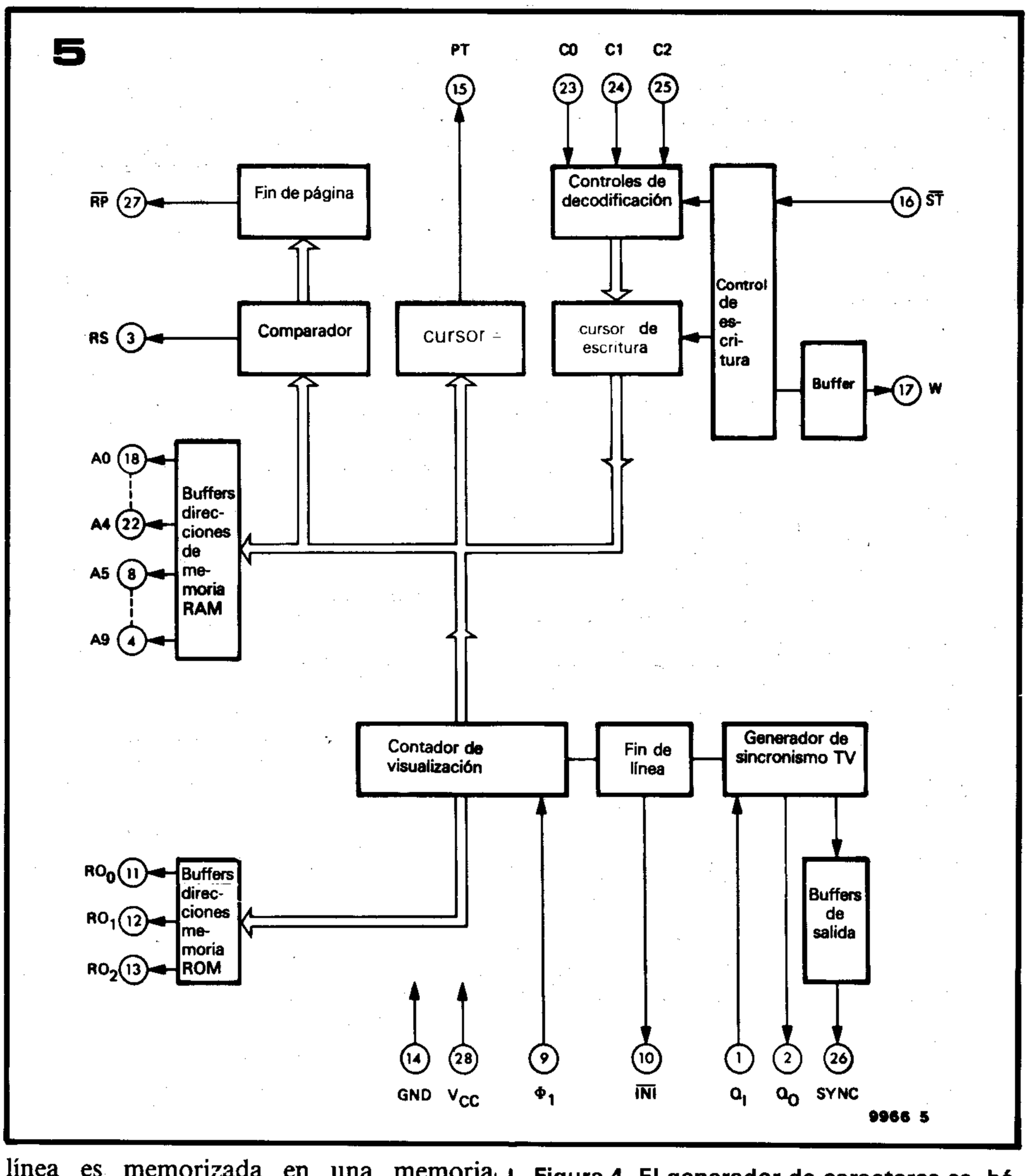




**Figura 4. El generador de caracteres es, básicamente una ROM especialmente programada. La única diferencia reside en la menor longitud de las palabras (5 bits).**

**Figura 5. Esquema sinóptico simplificado del CRTC en el que pueden verse el gran número de funciones que realiza este circuito integrado.**

**Tabla 1. Dependiendo del estado de las entradas $C_0$, $C_1$ y $C_2$ el SF.F. 96364 ejecuta diversas funciones.**

**Tabla 2. Lista de los divisores necesarios para obtener las distintas frecuencias de reloj correspondientes a las diversas velocidades de transmisión. Redondeando los divisores dados en la tabla 2a se puede realizar un generador de Baudios barato y con una precisión mejor que el 1 %.**

**Tabla 1**

| | $C_2$ | $C_1$ | $C_0$ | Tiempo de ejecución ms |
|---|---|---|---|---|
| Borrado de página y retorno del cursor arriba a la izquierda | 0 | 0 | 0 | 132 |
| Borrado de fin de línea y retorno del cursor al extremo izquierdo | 0 | 0 | 1 | 8.3 |
| Cambio de línea | 0 | 1 | 0 | 8.3 |
| Inhibición del caracter enviado | 0 | 1 | 1 | 8.3 |
| Retroceso de una posición | 1 | 0 | 0 | 8.3 |
| Borrado de la línea del cursor | 1 | 0 | 1 | 8.3 |
| Ascenso de una posición | 1 | 1 | 0 | 8.3 |
| Caracter normal | 1 | 1 | 1 | 8.3 |

**Tabla 2a**

| Velocidad de transmisión (Baudios) | UART | divisores para 1000 MHz | divisores para 1008 MHz |
|---|---|---|---|
| 75 | 1200 Hz | 833.33 | 840 |
| 110 | 1760 Hz | 568.18 | 572.73 |
| 150 | 2400 Hz | 416.67 | 420 |
| 300 | 4800 Hz | 208.33 | 210 |
| 600 | 9600 Hz | 104.17 | 105 |
| 1200 | 19200 Hz | 52.08 | 52.50 |

**Tabla 2b**

**Comparación de los divisores**

| Velocidad de transmisión (Baudios) | 1 MHz | 1008 MHz |
|---|---|---|
| 75 | 64 x 13 | 64 x 13 (+8) |
| 110 | 44 x 13 (−4) | 44 x 13 |
| 150 | 32 x 13 | 32 x 13 (+4) |
| 300 | 16 x 13 | 16 x 13 (+2) |
| 600 | 8 x 13 | 8 x 13 (+1) |
| 1200 | 4 x 13 | 4 x 13 |

## CRTC

Casi todos los fabricantes de microprocesadores han presentado su propio CRTC. Por tanto, la mayoría de estor circuitos están destinados a ser utilizados con una determinada familia de procesadores. Sin embargo, el circuito que nosotros utilizamos aquí es una excepción a esta regla. Esto permite que la tarjeta de interface video que presentamos pueda utilizarse para realizar una «máquina de escribir en una pantalla de TV» independiente, o un terminal de salida para cualquier microprocesador que disponga de una salida serie. El circuito integrado utilizado es el SF.F96364 fabricado por la firma Thompson-CSF, el cual genera todas las señales de control y de secuencia necesarias para la visualización en la pantalla. También permite realizar todos los desplazamientos del cursor, así como rodar la imagen. En la figura 5 puede verse un esquema sinóptico simplificado del SF.F96364.

Una de las tareas más importantes del CRTC consiste en generar los impulsos de sincronización necesarios para la visualización de una señal de video. Por medio de un simple oscilador integrado en el chip, el cual está controlado por un cristal de cuarzo, el SF.F96364 genera con suficiente precisión una señal de sincronización CCIR estándar. Los impulsos de sincronización de línea y trama se mezclan formando una única señal de sincronización. El generador de sincronización controla también el contador de visualización que proporciona el direccionamiento del generador de caracteres (es decir, da la dirección correcta de la línea). Sirve también para direccionar la memoria de página (RAM video). Además, el contador de visualización proporciona la información necesaria a los comparadores de cursor y de fin de página.

El comparador de cursor genera una señal que controla el buen funcionamiento del cursor en la pantalla. El comparador de fin de página permite la ampliación de la RAM video con el fin de incluir páginas suplementarias. La salida RS se utiliza para permitir que el sistema pueda «pasar una página» a mitad de pantalla. La salida RP proporciona los impulsos de reloj al contador utilizado para el direccionamiento de las páginas suplementarias de la memoria de caracteres. En un próximo artículo estudiaremos con detalle la forma de emplear la RAM de video hasta un máximo de 16 páginas.

Las funciones del CRTC que acabamos de describir son indispensables, sin embargo conviene resaltar que su misión más importante es el control de la puesta en página de la pantalla, lo cual se realiza directamente por hardware. Muchas tarjetas de interface video utilizan programas para el control del cursor y la gestión de la pantalla, lo que implica que deben ser conectadas obligatoriamente a un microprocesador. Por el contrario, todas estas funciones están incluidas en el circuito integrado SF.F96364, lo que le hace completamente autónomo.

Como hemos dicho en el estudio del esquema sinóptico de la figura 1, el decodificador CTL suministra una instrucción de 3 bits que informa al CRTC de si el caracter ASCII transmitido por el UART es un caracter de control no imprimible. Siguiendo el código aplicado a las patillas C0, C1 y C2, el CRTC ejecutará una de las funciones de control del cursor que se indican en la tabla 1. Algunas instrucciones de control requieren un tiempo de ejecución relativamente largo, por lo que deben ser ejecutadas durante los tiempos muertos para evitar anomalías en la visualización.

Como veremos más adelante, el número de las funciones de control puede ser ampliado utilizando la señal W (write = escribir). Esta posibilidad es utilizada en el Elekterminal.

## Circuito de la tarjeta de interface para video.

Los 21 circuitos integrados y los diversos componentes discretos asociados que pueden verse en la figura 6 constituyen el completo del Elekterminal. Para que este terminal pueda ser utilizado solo es necesario disponer de un teclado ASCII. La memoria de página en la cual se encuentra la versión ASCII de los caracteres que se quieren visualizar en la pantalla está formada por palabras de 6 bits. Se utilizan 6 memorias RAM 1 × 1k de referencia 2102A4. El número 4 de la referencia se refiere al tiempo de acceso (en este caso 450 ns) cuando se vaya a ampliar la memoria de caracteres a varias páginas es conveniente utilizar memorias de baja potencia del tipo 2102AL4. De este modo se obtiene una reducción en el consumo de un 30 por 100 aproximadamente. Dado que cada caracter

6

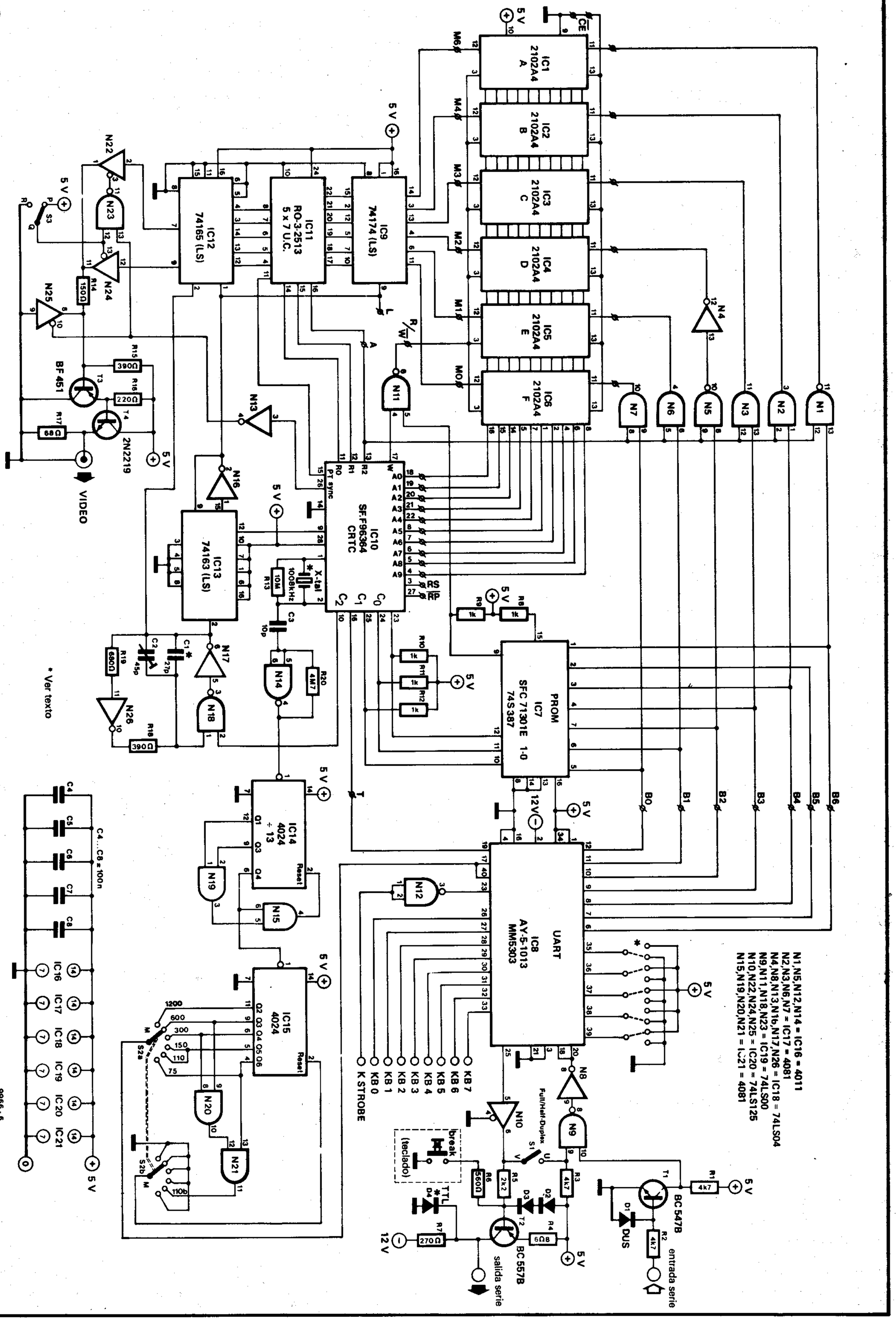

IC1 2102A4 A
IC2 2102A4 B
IC3 2102A4 C
IC4 2102A4 D
IC5 2102A4 E
IC6 2102A4 F
IC9 74174 (LS)
IC11 RO-3-2513 5 x 7 U.C.
IC12 74165 (LS)
IC10 SF.F96364 CRTC
IC13 74163 (LS)
IC14 4024 ÷ 13
IC15 4024
PROM IC7 SFC 71301E 74S387 1-0
UART IC8 AY-5-1013 MM5303
N1 N2 N3 N4 N5 N6 N7 N8 N9 N10 N11 N12 N13 N14 N15 N16 N17 N18 N19 N20 N21 N22 N23 N24 N25 N26
R1 4k7
R2 4k7
R3 4k7
R4 6Ω8
R5 2k2
R6 560Ω
R9 1k
R10 1k
R11 1k
R12 1k
R13 10M
R14 150Ω
R15 390Ω
R16 220Ω
R17 68Ω
R18 390Ω
R19 680Ω
R20 4M7
C1 * 27p
C2 45p
C3 10p
C4...C8 = 100n
X-tal 1008kHz
BF 451
2N2219
BC 547B
BC 557B
D1 DUS
D2 D3
D4 TTL
S1 Full/Half-Duplex
S2a S2b
S3
break (teclado)
entrada serie
salida serie
VIDEO
5 V
12 V
1200 600 300 150 110 75
110b
N1,N5,N12,N14 = IC16 = 4011
N2,N3,N6,N7 = IC17 = 4081
N4,N8,N13,N16,N17,N26 = IC18 = 74LS04
N9,N11,N18,N23 = IC19 = 74LS00
N10,N22,N24,N25 = IC20 = 74LS125
N15,N19,N20,N21 = IC21 = 4081
* Ver texto
9966 - 6

**Tabla 3**

| Patilla | L Nivel | FORMATO TRANSMiTIDO O RECIBIDO |
|---|---|---|
| 35 | 1 | Ningún bit de paridad |
| | 0 | Bit de paridad transmitido |
| 39 | 1 | Paridad par |
| | 0 | Paridad impar |
| 36 | 1 | 2 bits de paro |
| | 0 | 1 bit de paro |
| 37<br>38 | 0<br>0 | Palabras de 5 bits |
| 37<br>38 | 0<br>1 | Palabra de 6 bits |
| 37<br>38 | 1<br>0 | Palabra de 7 bits |
| 37<br>38 | 1<br>1 | Palabra de 8 bits |

**Tabla 4**

| Función | Tecla | corresponde a |
|---|---|---|
| Cambio de línea (el cursor desciende una línea) | LF | CTL J |
| Borrado de fin de línea y retorno al extremo izquierdo | CR | CTL M |
| Ascenso de una posición | VT | CTL K |
| Retroceso de una posición | BS | CTL H |
| Avance de una posición | HT | CTL I |
| Retorno del cursor al principio de pantalla (extremo superior izquierda) | FS | —— |
| Borrado de página y retorno del cursor al principio de pantalla | FF | CTL L |
| Rodadura de imagen | ESC | CTL [ |
| Retorno del cursor al principio de línea (sin borrado) | -- (GS) | CTL ] |
| Borrado de la línea del cursor | -- (SUB) | CTL Z |

está formado por 8 líneas de 5 bits (ver figura 3), el código ASCII almacenado en la memoria de página debe ser leído 8 veces por trama. Si se tienen 64 caracteres por línea, la memoria es explorada en bloques de 64 «palabras». IC10 (es decir, el CRTC) garantiza que el mismo bloque es explorado sucesivamente 8 veces y que el generador de caracteres recibe las direcciones de línea correctas. Las salidas de la memoria son conectadas al generador de caracteres a través de un circuito intermediario (IC19). De este modo, la dirección de la memoria puede estar un paso por delante del caracter presente en la pantalla, lo que permite preparar el caracter siguiente. La fila de datos formados por 5 bits en paralelo procedentes del generador de caracteres pasa por un registro de desplazamiento (IC12) en el cual se efectúa una conversión paralelo-serie. Esta forma serie permite la visualización. El registro de desplazamiento está controlado por un «reloj de puntos», cuya frecuencia es aproximadamente 11 MHz. Esta frecuencia de puntos se genera mediante los circuitos N17, N18 y N26, y es sincronizada por el CRTC, ya que las 8 líneas de un caracter deben estar posicionadas exactamente una encima de la otra. Esto se hace con la conexión $\overline{INI}$ (ver figura 5), la cual pasa al estado bajo después del caracter sexagésimo cuarto, con lo cual se produce un bloqueo del reloj hasta que aparezca el siguiente impulso de sincronización de video.

Todo el direccionamiento de la memoria está temporizado por este reloj de puntos, puesto que el reloj de caracteres que controla el contador de dirección del CRTC (por su entrada 1) se deriva de la señal de reloj de puntos a través del contador/divisor por 8 (IC13).

La frecuencia del reloj de puntos, la cual puede modificarse por medio del condensador ajustable C2, determina la anchura de los caracteres de modo que cuanto más baja es esta frecuencia más ancho es el caracter. La frecuencia mínima que puede utilizarse está determinada por la anchura útil de la pantalla, ya que si se elige una frecuencia demasiado baja, la línea de caracteres se saldrá de los límites de la pantalla. Por otra parte, si la frecuencia es demasiado elevada, los caracteres aparecerán comprimidos en una porción de la pantalla con la consiguiente pérdida de legibilidad y de definición. Así pues, conviene ajustar C2 hasta obtener la mejor imagen posible en pantalla.

La separación entre las líneas de caracteres es determinada por el CRTC, el cual borra la señal de video durante 4 líneas. Por consiguiente, entre dos líneas de caracteres sucesivas existe una separación de media línea. La separación entre caracteres es determinada por el registro de desplazamiento IC12. Dado que se trata de un registro de desplazamiento de 8 bits y que la salida del generador de caracteres está formada por 5 bits, cada caracter puede ser precedido de dos huecos (ausencia de imagen) y seguido de uno. De este modo, la separación entre dos caracteres es de 3 huecos. Esto explica la razón por la que el reloj de caracteres se deriva del reloj de puntos a través de un contador divisor por 8.

Los datos procedentes del registro de desplazamiento (en forma serie) están también disponibles en su forma complementaria. De este modo, el usuario puede elegir entre una señal video positiva (blanco sobre fondo gris) y una señal video negativa (negro sobre fondo gris).

El mezclador de video está construido en torno a N22... N25. Dependiendo de la posición de S3, N22... N24 generarán una señal de video de la polaridad adecuada. La función de la puerta N23 no es sólo invertir la señal existente en S3, sino que además inhiben la señal inversa de video durante el período de sincronización. Esto tiene como consecuencia que la intensidad que circula por N25 durante los impulsos de sincronización queda reducida a un valor aceptable. El divisor de tensión formado por las resistencias R14 y R15 establece la relación entre la amplitud de la señal de video y la amplitud de las señales de sincronización. Con los valores indicados, el nivel de negros que se obtienen es de un 30 por 100.

El mezclador de video tiene a continuación un amplificador (buffer) con una

**Table 5.**

| | Lógica positiva | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dirección | $O_3$ | $O_2$ | $O_1$ | $O_0$ |
| 0 a 127 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 128 a 135 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 136 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 137 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 138 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 139 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 140 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 141 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 142 a 153 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 154 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 155 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 156 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 157 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 158, 159 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 160 a 254 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 255 | 0 | 0 | 1 | 1 |

**Figura 6. Circuito completo del interface video del Elekterminal. Conectando un teclado ASCII en las entradas K-strobe, y KB0... KB7 se obtiene un terminal completo de video.**

**Tabla 3. Posibilidades de programación del UART. Esta tabla puede utilizarse para los circuitos integrados AY-5-1013 y MM5303. Se recomienda utilizar el formato sombreado, el cual corresponde a la disposición de puentes que indica en las figuras 6 y 8.**

**Tabla 4. Además de las funciones de control indicadas en la tabla 1, el decodificador de PROM ofrece varias posibilidades suplementarias. Estas funciones suplementarias pueden generarse bien a partir de teclas particulares o bien utilizando la tecla «control» junto con una tecla de datos.**

**Tabla 5. Programación del decodificador PROM IC7.**

impedancia de salida de 68 ohmnios y a la cual puede conectarse directamente el cable coaxial. Si existe una buena adaptación de impedancias es posible utilizar longitudes de cable coaxial de hasta 10 metros. El amplificador produce un aumento del nivel de negros que se sitúa ahora en un 35 por 100; evidentemente esto puede corregirse modificando los valores de R14 y R15, sin embargo este aumento de la señal de sincronización no resulta, por lo general, molesto.

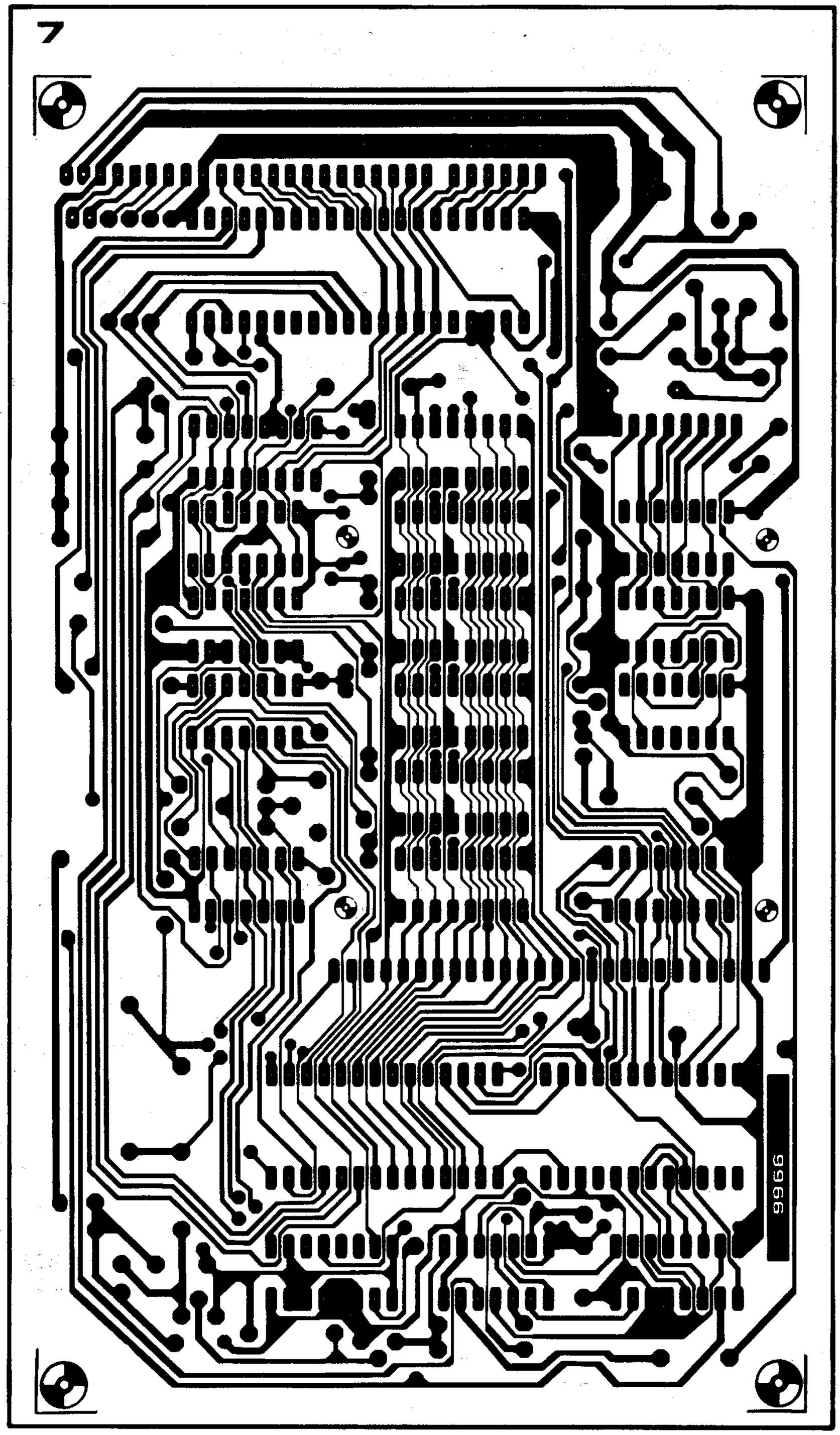
Hemos visto bastante ampliamente todo lo referente a la generación de las señales de video, queda ahora por ver el circuito que permite que el conjunto pueda comunicarse con la CPU o el teclado. El elemento más importante del interface es evidentemente el UART, cuyo funcionamiento hemos descrito a grandes rasgos. Como hemos visto entonces, la velocidad a la cual los datos son emitidos por el UART es determinada por una señal de reloj cuya frecuencia es igual a 16 veces la velocidad deseada. Normalmente se utiliza un generador de velocidad de transmisión monolítico que genera también esta señal de reloj, sin embargo estos circuitos integrados son bastante caros y requieren un cristal de 1 MHz. para producir la frecuencia de reloj básica.

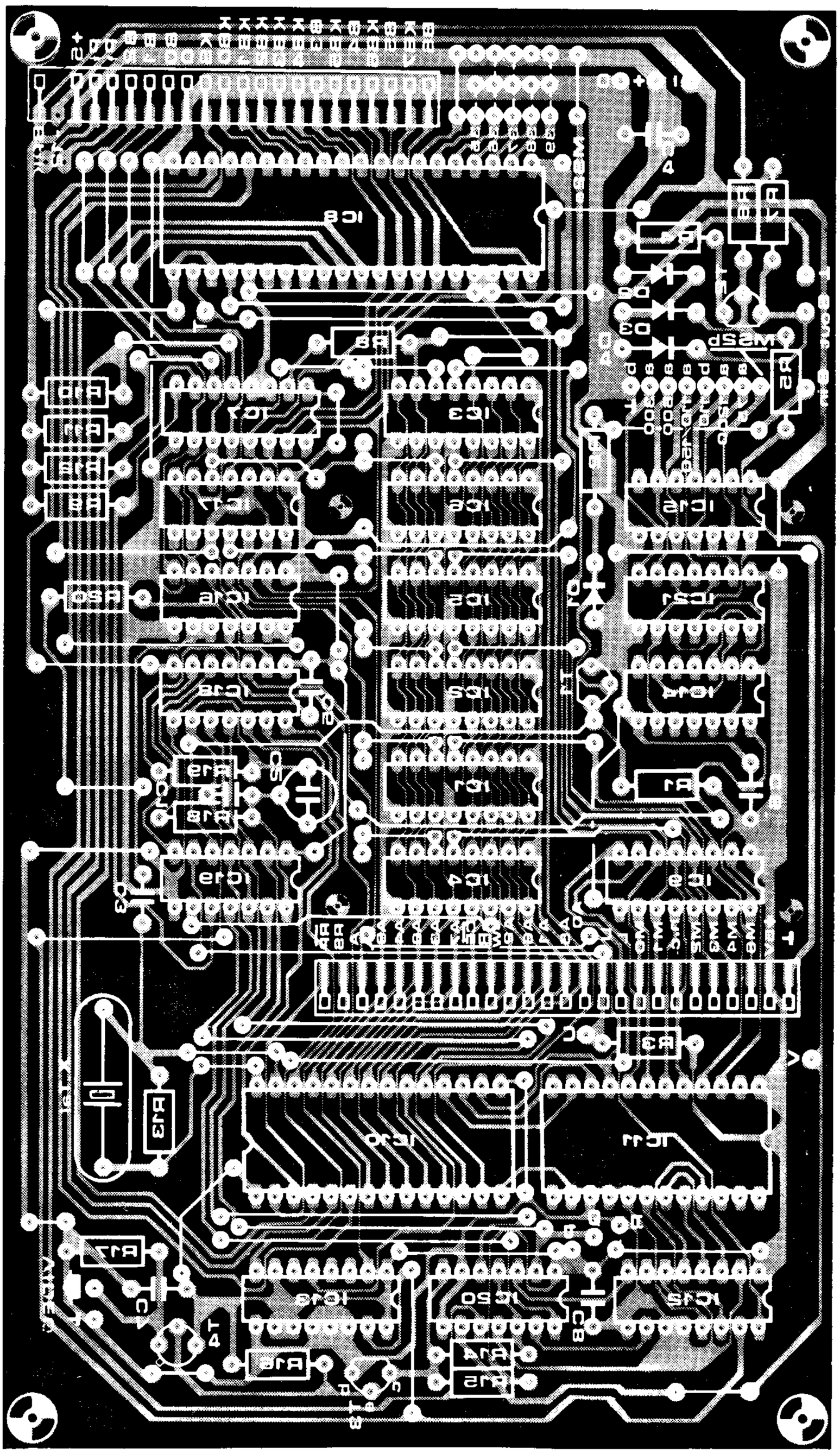
Salta a la vista que existe otra posibilidad: se trata de utilizar el oscilador de cuarzo del CRTC para obtener las frecuencias de reloj necesarias. Esto puede hacerse fácilmente del siguiente modo: en primer lugar se amplifica la señal de salida del oscilador N14 y a continuación se envía a la entrada de un divisor programable (IC14 y IC15). La precisión de la frecuencia así obtenida es mejor que el 1 por 100. En general, los métodos utilizados en la transmisión de datos no implican grandes precisiones, de modo que una desviación del 1 por 100 es perfectamente aceptable. En la tabla 2a se dan, en función de la velocidad de transmisión expresada en baudios, las frecuencias del UART, así como el valor teórico de los divisores obtenidos con un cuarzo de 1 MHz. y con un cuarzo de 1,008 MHz. El fabricante del circuito integrado SF.F96364 recomienda la utilización de un cuarzo de 1,008 MHz. con el fin de evitar los problemas de interferencia con la frecuencia de red. De hecho, la utilización de un cuarzo de 1 MHz no nos ha producido ningún problema. Como puede verse en la tabla 2b, redondeando los valores y manteniéndose dentro de una precisión del 1 por 100 se obtienen los mismos valores de los divisores para cada uno de los 2 cuarzos. ¿Cuál es el resultado de todo esto que acabamos de decir? Pues sencillamente, que hemos realizado un generador de Baudios bastante más barato que si hubiéramos utilizado un circuito monolítico. Por otra parte, esta forma elegante de resolver el problema no ha supuesto ninguna pérdida de calidad.

Una vez que el UART dispone de unas buenas frecuencias de reloj, ya podrá recibir y transmitir los datos a una de las 6 velocidades que pueden seleccionarse mediante el conmutador S2. Conviene señalar un punto muy importante relativo a la mayoría de los UART: la mayoría tienen un nivel lógico de salida que no es compatible TTL. Los niveles de tensión más utilizados son los correspondientes a las normas RS232C y V24. Estas dos normas, que son prácticamente idénticas y por tanto intercambiables, tienen la ventaja de tener como nivel mínimo +5V para el valor lógico 1 y -5V para el valor lógico 0, mientras que los niveles máximos son respectivamente +15V y -15V. Evidentemente, con estos niveles, la inmunidad al ruido es mucho mayor que con niveles lógicos TTL.

El circuito descrito aquí trata de réalizar un compromiso,utilizando un diseño de interface formado por componentes discretos que sea a la vez compatible con los niveles RS232C/V24 y con los niveles TTL. Cuando la señal de salida deba actuar sobre cargas TTL deberá añadirse el diodo D4, que limita a -0,6V la tensión de salida. Sin este diodo, la tensión de salida varía entre +5V y -12V. La impedancia de salida se mantiene deliberadamente en un valor bajo con el fin de facilitar la adaptación al cable.

Como hemos visto en el estudio del UART, el formato de la señal serie de entrada /salida puede ser programado por el usuario. Conectando adecuadamente las patillas 35... 39 pueden seleccionarse el número de bits de paro/marcha, el bit de paridad y la longitud de la palabra. Todos estos detalles se dan en la tabla 3 en la que se ha señalado en gris un formato preferente (código de 7 bits con paridad par). Si se quiere se puede eliminar el bit de paridad, ya que





8

**Lista de componentes:**

Resistencias:

R1 . . . R3 = 4k7
R4 = 6Ω8
R5 = 2k2
R6 = 560 Ω
R7 = 270 Ω
R8 . . . R12 = 1 k
R13 = 10 M
R14 = 150 Ω
R15 = 390 Ω
R16 = 220 Ω
R17 = 68 Ω
R18 = 390 Ω
R19 = 680 Ω
R20 = 4M7

Condensadores:

C1 = 27 pF (ver texto)
C2 = 45 pF trimmer
C3 = 10 pF
C4 . . . C8 = 100 n

Semiconductores

D1 . . . D4 = DUS
T1 = BC 107B, BC 547B o equ.
T2 = BC 177B, BC 557B o equ.
T3 = BF 451
T4 = 2N2219

Circuitos integrados

IC1 . . . IC6 = 2102-1,2102A4, 2102AL4
IC7 = SFC 71301E 1-0 (pre-programada) o equivalente por ej. 74S387 (programada según se indica en las tablas)
IC8 = AY-5-1013,MM5303
IC9 = 74LS174
IC10 = SF.F 96364 (Sescosem)
IC11 = RO-3-2513
IC12 = 74LS165
IC13 = 74LS163
IC14,IC15 = 4024
IC16 = 4011
IC17,IC21 = 4081
IC18 = 74LS04
IC19 = 74LS00
IC20 = 74LS125

Varios:

S1 = Interruptor
S2 = Conmutador de 2 polos y 6 posiciones
S3 = Conmutador de 1 polo y 2 posiciones
Conectores para circuito impreso tipo ITT-Cannon G09 (hembra) de 1 × 22 contactos (teclado) y de 1 × 26 contactos (ampliación)
Tipo ITT-Cannon G09 (macho) de 1 × 22 contactos.

X1 = cristal de 1008 kHz ó 1000 kHz.

**Figuras 7 y 8. Circuito impreso y disposición de componentes del Elekterminal (EPS 9966)**

la salida «error de paridad» no está conectada con el exterior y el UART comprueba los errores de salida en la señal recibida. O sea, que el error de paridad sólo sirve para los circuitos que reciben un caracter *emitido* por el UART.

El Elekterminal puede funcionar tanto en modo full-duplex como half-duplex. En un sistema full-duplex en el que el terminal está conectado a un microprocesador, la CPU y el terminal se comunican en ambas direcciones simultáneamente, lo cual quiere decir que el computador está programado para devolver a modo de «eco» sobre la pantalla del terminal lo que está siendo transmitido (desde el teclado hacia el UART). En un sistema half-duplex, el terminal está conectado de manera que la pantalla responde directamente al teclado. La conmutación entre los modos full-duplex y half-duplex se efectúa mediante el interruptor S1 situado entre las patillas entrada-serie y salida-serie del UART. Cuando el UART recibe del teclado (o de la CPU) un caracter, lo reenvía por medio de las líneas del bus de datos B0... B6 hacia el CRTC y la memoria de caracteres. Sin embargo, antes de que los datos alcancen las memorias RAM se convierte el código ASCII de 7 bits en un código de 6 bits, eliminando el bit 5 e invirtiendo el bit 6. Se tiene también la posibilidad (por medio de las puertas N1...

N7) de forzar las entradas de datos de las memorias RAM con el código «espace» (1.000.000); de este modo, aplicando al CRTC el código adecuado pueden borrarse una línea entera o la pantalla completa. Estas dos funciones que acabamos de citar son las únicas que tiene el Elekterminal.

Los códigos de control ASCII de 7 bits son detectados y decodificados por una memoria ROM (IC7) de 256×4 que constituye el decodificador CTL de la figura 1. El código ASCII es llevado a la entrada de direcciones de esta ROM y el código que aparece en su salida de datos es enviado a las entradas de control (C0, C1 y C2) del CRTC.

En la tabla 1 hemos visto la lista de un cierto número de funciones correspondiente al CRTC. Este número es posible aumentarlo utilizando la línea de lectura/escritura (read/write) de las memorias RAM. En la figura 4 se da un panorama completo de todas las diversas funciones de control del cursor y de la pantalla que pueden realizarse en el Elekterminal. Casi todas estas funciones pueden realizarse pulsando una sola tecla del teclado ASCII que se describe en este mismo número. No obstante, también pueden obtenerse estas funciones (excepto la orden «home cursor») pulsando la tecla commande y la tecla correspondiente simultáneamente, lo cual significa que es posible utilizar esta tarjeta de interface con cualquier otro teclado además de el descrito por Elektor.

En la tabla 5 se da el programa del decodificador PROM utilizado para el CRTC. Este circuito integrado es presentado por un cierto número de fabricantes con la referencia 74S387. Aquí sólo utilizaremos la mitad de esta PROM, ya que con 7 bits sólo pueden realizarse 128 combinaciones.

## Circuito impreso

El circuito impreso de la tarjeta de interface para video no es mucho mayor que un circuito impreso que siga las normas europeas (Eurocard) y presenta la ventaja de estar realizado en simple cara. Por esta razón será preciso realizar una cantidad considerable de puentes con hilo conductor (unas 60). Sin embargo, creemos que el menor costo de la placa de circuito impreso compensará este esfuerzo. El circuito impreso está especialmente diseñado de modo que pueda añadírsele la tarjeta de ampliación de páginas de memoria. Esta ampliación, que describiremos pronto, se conecta a la tarjeta de interface por medio de un conector. En la parte inferior izquierda de la tarjeta de interface se encuentra el conector correspondiente al cable plano procedente del teclado ASCII. Todas las conexiones con el teclado, incluidas las líneas de alimentación, se realizan a través de este conector, asimismo, este conector se utiliza para acceder a las líneas de datos del UART. Tendremos necesidad de estas conexiones con la tarjeta de ampliación de páginas de memoria.

El segundo conector presente en el circuito impreso da acceso a todas las líneas de direcciones y de datos de la memoria de caracteres, así como a las dos líneas que permitan el direccionamiento correcto de las memorias RAM. En este conector se colocará la tarjeta de ampliación. Conviene insistir una vez más en el hecho de que el Elekterminal es un periférico de salida completo, en el que puede ampliarse fácilmente su capacidad de memoria. Para ello sólo será necesario suprimir un puente en el circuito impreso del interface.

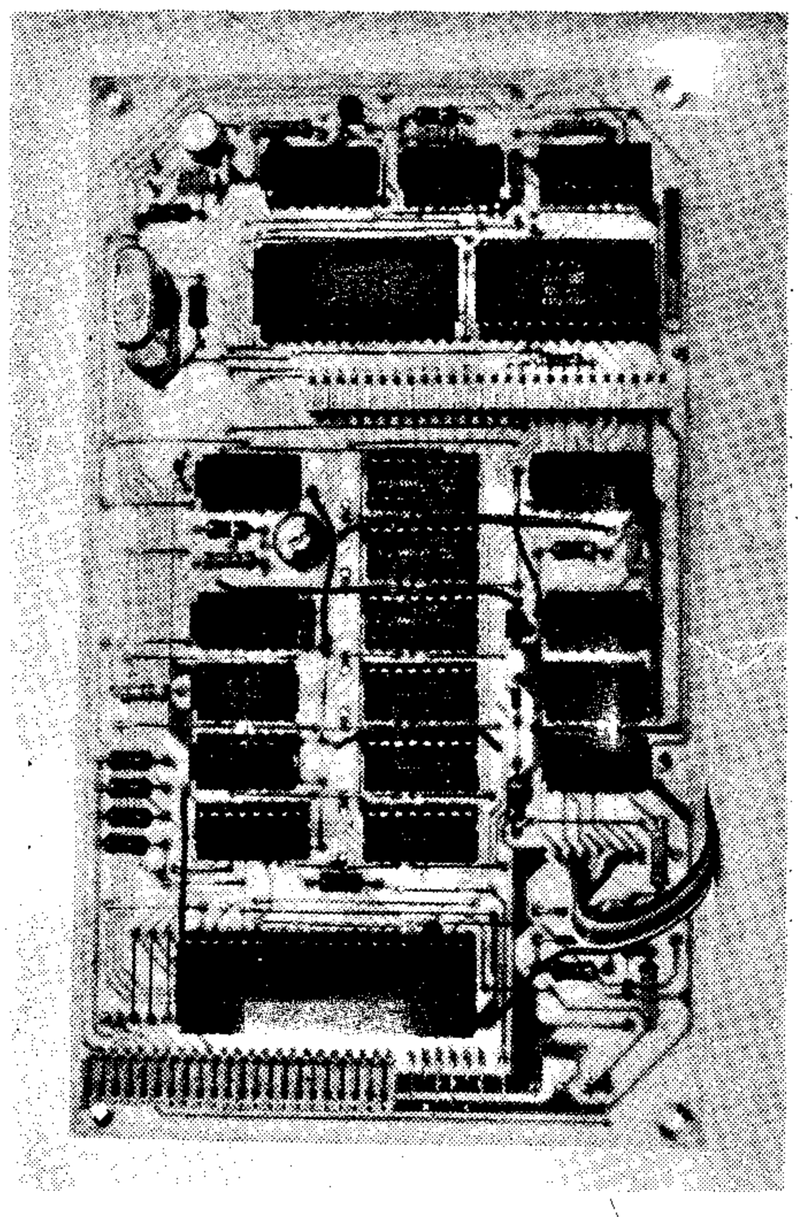
EL UART se programa por medio de puentes realizados con hilo conductor. Las conexiones indicadas en la serigrafía de componentes de la placa de circuito impreso corresponden al formato recomendado en la tabla 3.

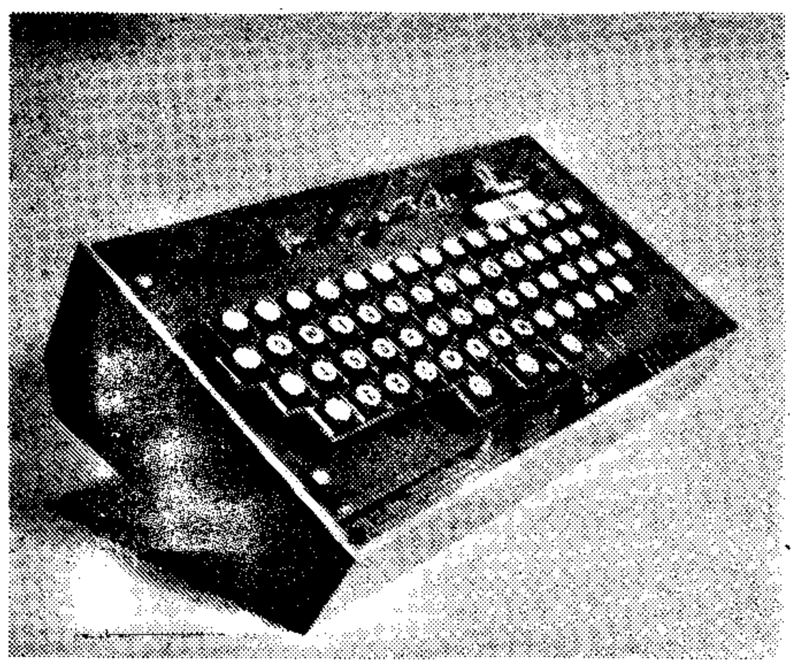
## Conexión al teclado ASCII

Cuando se realice la conexión entre el teclado ASCII y el Elekterminal se observará que el circuito decodificador del teclado es más versátil de lo que podría parecer a primera vista.

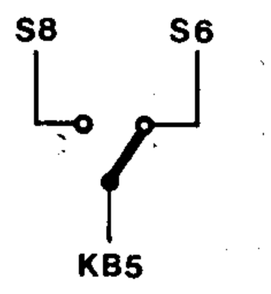
En el código ASCII se distingue entre mayúsculas y minúsculas mediante el sexto bit (S6 en el circuito integrado del teclado). Para las mayúsculas este bit está en el nivel lógico 0 y para las minúsculas en el nivel lógico 1 (ver la tabla 1 en el artículo correspondiente al teclado ASCII).

El circuito integrado AY-5-2376 no sólo da el código ASCII habitual de 7 bits, sino que tiene una octava salida (S8). Aunque esto no está claramente determinado en la hoja de especificaciones, S8 puede utilizarse en vez de S6. El resultado es que la tecla «shift» funciona únicamente para los números y los signos de puntuación, etc., pero sólo se visualizan *mayúsculas* cuando se utilizan las teclas correspondientes a las letras. De este modo la tecla «shift» puede usarse sólo cuando se necesiten símbolos especiales, y no es necesario utilizarla para los textos. Añadiendo un interruptor como el que se indica en la figura 9 se podrá utilizar esta posibilidad. En la tabla 6 se da la lista de conexiones entre el teclado y el Elekterminal.





9




## Conexión a un televisor

No todos los televisores tienen una entrada de video, pero si el suyo sí la tiene o si dispone de un monitor de video, será preciso adaptar la amplitud de la señal de salida del terminal a la sensibilidad de la entrada de video. Para ello, lo mejor es proceder como sigue: la señal de video es introducida en el televisor o en el monitor mediante un cable coaxial (50... 75 ohmios). El extremo correspondiente al televisor debe ser de baja impedancia. Para ello puede utilizarse un potenciómetro de 100 ohmios, que permitirá obtener una amplitud de señal correcta. Naturalmente, será preciso buscar otra solución cuando el televisor tenga una impedancia interna.

Si no se dispone de una entrada de video en el televisor, será preciso utilizar un modulador VHF-UHF como el descrito en la revista ELEKTOR N.° 8 (enero de 1981). Debido a la amplia banda pasante de la señal de video será inevitable una cierta degradación en la calidad de la imagen, sin embargo hemos de decir que la definición necesaria para nuestro fin es más que suficiente.

Con o sin modulador es necesario ajustar la amplitud de la señal para obtener una sincronización correcta de la imagen con las señales de video de polaridad positiva y negativa. Un buen método para verificar que el ajuste es correcto consiste en cambiar la polaridad sucesivas veces. Evidentemente conviene asegurarse previamente de que el oscilador de línea del televisor está correctamente ajustado.

## Alimentación

Cuando se utilizan memorias normales, la intensidad consumida gira en torno a 750 mA para 5V. Si se utilizan memorias de bajo consumo (low power) el consumo para 5V se reduce a 550 mA.

La alimentación de -12V debe poder suministrar 10 mA.

# experimentor

**Una invitación a investigar, mejorar o realizar ideas interesantes aunque imperfectas.**

## Amplificadores de clase D o PWM

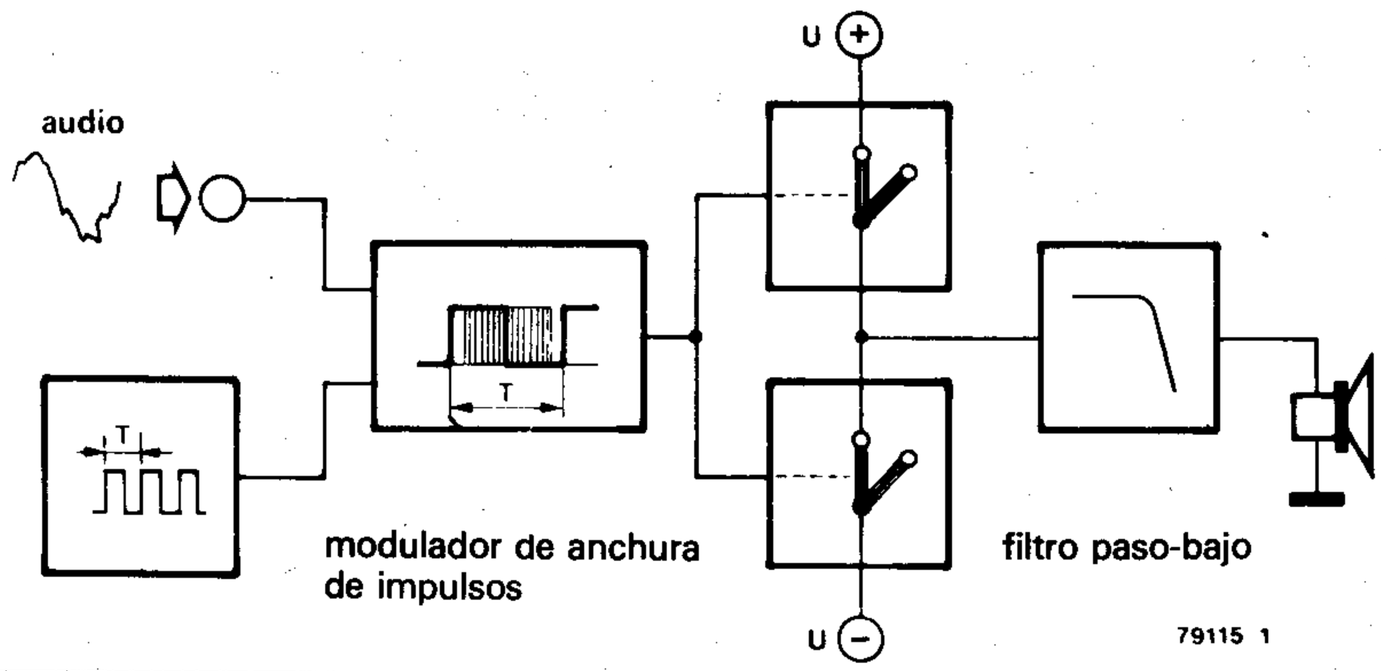
La creciente atención que se presta a los métodos digitales para procesar las señales de audio ha conducido a la búsqueda de soluciones que permitan utilizar los transistores de salida como interruptores. Un ejemplo reciente son los amplificadores de clase D o PWM (Pulse Width Modulation = modulación por variación de la duración de los impulsos) en el cual la señal analógica de entrada se convierte en un tren de impulsos cuyo ciclo de trabajo varía de acuerdo con la amplitud de la señal de entrada. En el esquema sinóptico de la figura 1 se ilustra el principio básico de todos los amplificadores PWM. Los transistores de salida no funcionan linealmente, (de modo que cuanto mayor es la señal de entrada más difícilmente entran en conducción y viceversa), sino que funcionan como interruptores (es decir, entran o no en conducción). Esto significa que los transistores por los que pasa corriente tienen poca caída de tensión, mientras que cuando la caída de tensión en ellos es alta la intensidad es muy baja, de este modo se disipa en estos transistores muy poca potencia lo que permite que el amplificador sea mucho más eficiente que los amplificadores con una etapa convencional de salida (lineal).

La información de audio se transmite modulando el ciclo de trabajo de una onda cuadrada. En condiciones de reposo el ciclo de trabajo de esta onda es del 50 por 100, lo cual quiere decir que cada uno de los transistores de salida permanece en corte tanto tiempo como el otro con lo que la tensión media de salida es obviamente 0. Sin embargo, si uno de los transistores permanece más tiempo en conducción que otro la tensión media será positiva o negativa dependiendo de la polaridad de la señal de entrada. De este modo se utiliza la señal audio de entrada para controlar el ciclo de trabajo de la onda cuadrada de manera que la tensión media de salida es proporcional a la señal de entrada.

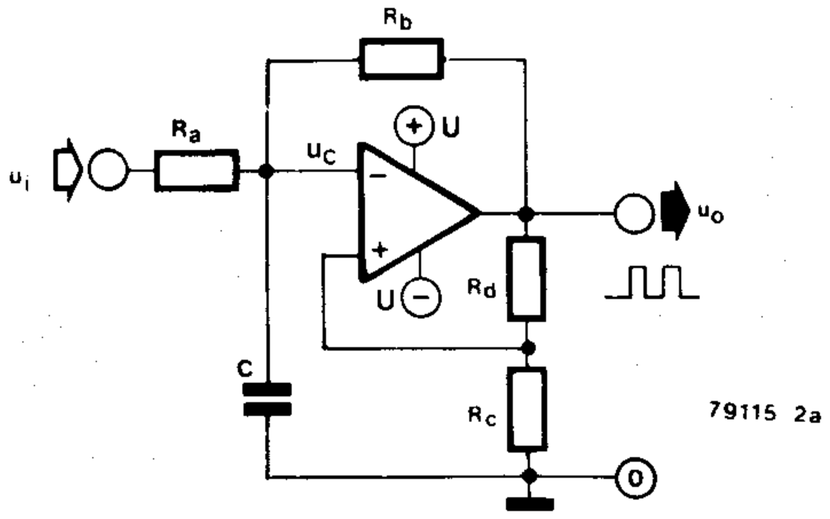
Aparte de la ventaja que supone su mayor rendimiento, los amplificadores PWM están libres, en principio, de las no linealidades debidas a la característica de transferencia de los transistores de salida (por ejemplo, la distorsión por cruce del cero). Por otro lado existe el inconveniente de tener que utilizar un filtro pasa-bajo de pocas pérdidas para recuperar la señal analógica de audio (¡si no se hace así el amplificador tiene una cierta tendencia a funcionar como un emisor de RF!).

El principio que acabamos de describir puede realizarse de varias maneras y aunque existen ya amplificadores PWM en el mercado muchos más están en etapa de experimentación. Uno de los métodos para obtener un amplificador PWM es el amplificador auto-oscilante, al cual vamos a dedicar este artículo. En él el generador de onda cuadrada, el modulador de amplitud de impulso y la etapa de salida forman una unidad: el circuito consiste básicamente en un generador de onda cuadrada cuyos impulsos son modulados en amplitud. Su principal ventaja es su diseño notablemente simplificado.

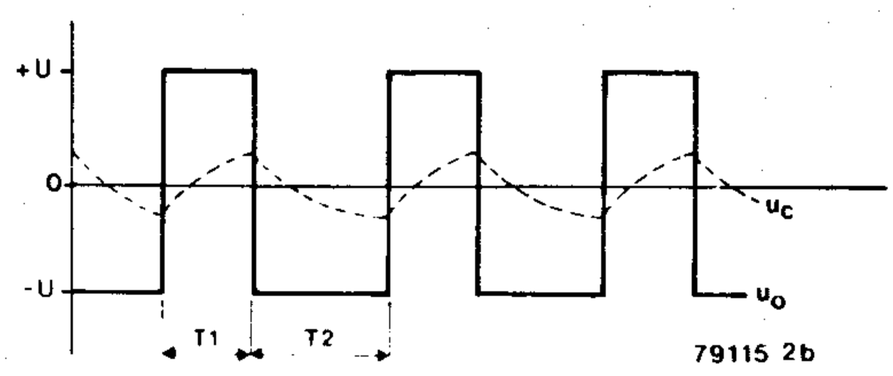
1



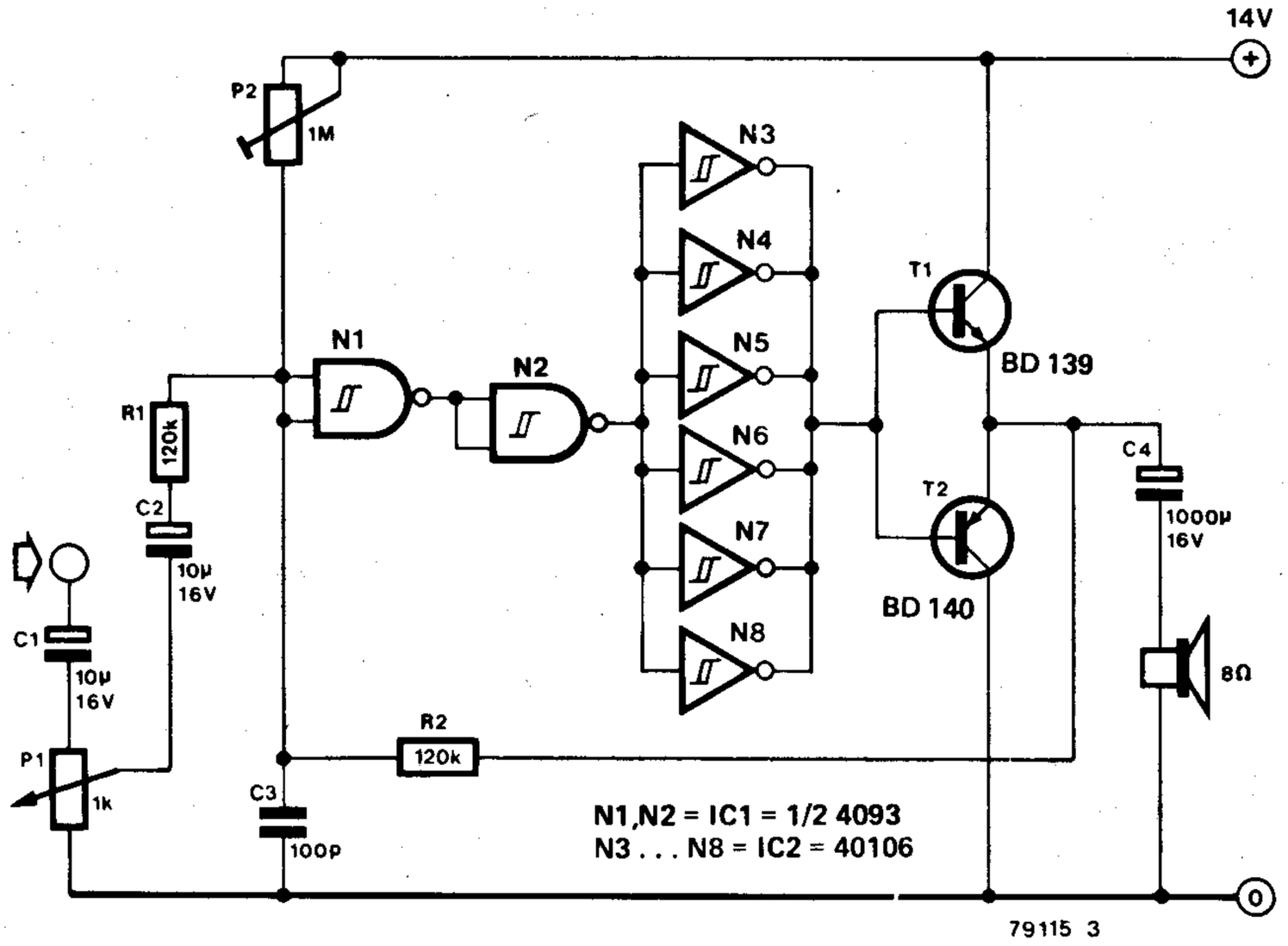

2a




2b




3



## Conceptos básicos

En la figura 2a se da el circuito básico de un oscilador generador de onda cuadrada con modulación de amplitud que puede utilizarse en nuestro caso. La salida es una tensión cuadrada asimétrica ($u_o$) que fluctúa entre los valores +U y —U. En la figura 2b se da la forma de onda con mayor detalle y se indica la tensión en el condensador C. El ciclo de trabajo ( ) de la onda cuadrada se define como la relación entre el tiempo que $u_o$ es alta y el tiempo que es baja, es decir, T1/T2. Puede demostrarse que el ciclo de trabajo depende de la tensión de entrada $u_{in}$ de acuerdo con la siguiente relación

$$\delta = \frac{\ln \frac{a \cdot u_{in} + b}{a \cdot u_{in} + c}}{\ln \frac{a \cdot u_{in} + b}{a \cdot u_{in} + c} + \ln \frac{a\ u_{in} - b}{a \cdot u_{in} - c}}$$

En donde $= \frac{R_b}{R_a + R_b} \cdot \frac{1}{U}$ ;

$$b = \frac{R_a}{R_a + R_b} + \frac{R_c}{R_c + R_d}$$

$$c = \frac{R_a}{R_a + R_b} - \frac{R_c}{R_c + R_d}$$

En donde ln = logaritmo natural.
Desgraciadamente como puede verse el ciclo de trabajo no varía linealmente con la tensión de entrada. Existe la posibilidad, sin embargo, de conseguir esa linealidad si $R_d$ es mucho más grande que $R_c$. Entonces $R_c/(R_c + R_d)$ se hace tan pequeña que los valores de b y c son prácticamente los mismos y los números de los cuales tenemos que obtener el logaritmo natural son la unidad. De este modo los logaritmos pueden aproximarse con un grado de precisión aceptable a formas no logarítmicas. Omitiendo los cálculos intermedios el resultado al que se llega es:

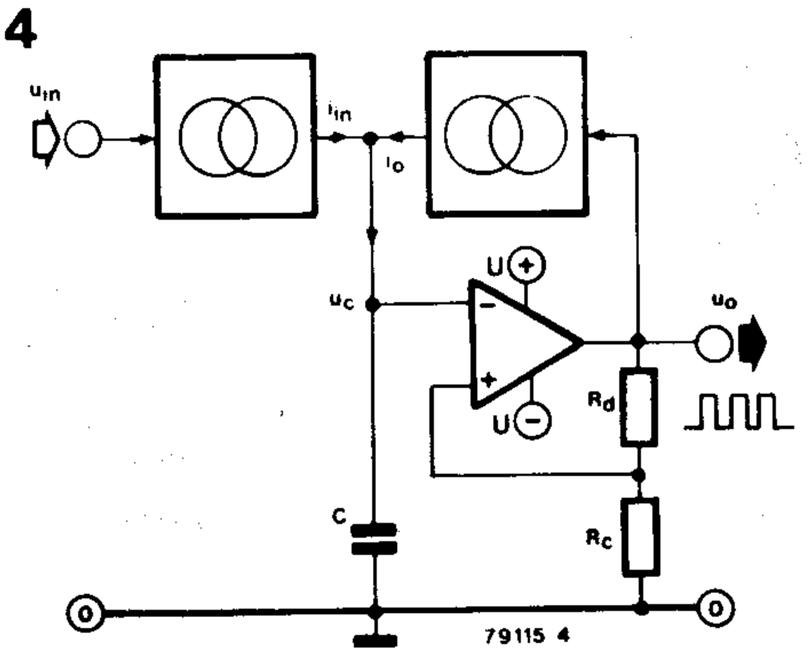
$$\delta = -\frac{R_b}{2 \cdot R_a \cdot U} u_{in} + \tfrac{1}{2}\ (R_d \gg R_c)$$

Este es precisamente el resultado que andabamos buscando: el ciclo de trabajo es directamente porporcional a la tensión de entrada. Es evidente, además, que el ciclo de trabajo correspondiente al 50 por 100 se produce cuando la señal de entrada es 0.

## Circuito práctico

En los laboratorios de Elektor hemos intentado poner esta idea —tan atractiva por otra parte— en la práctica. En la figura 3 damos el resultado de nuestros primeros esfuerzos. La sección correspondiente al amplificador comparador del esquema sinóptico se realiza con los inversores de CMOS N3...N8 y dos transistores (T1 y T2). Los inversores están conectados en paralelo con el fin de asegurar que la corriente de base de los transistores sea suficiente. C3 es el equivalente al condensador C de la figura 2. La realimentación negativa se realiza a través de R2. R1 corresponde a $R_a$. La realimentación positiva, que se realiza en el circuito de la figura 2 a través de $R_c$ y $R_d$ está también presente en nuestro circuito aunque no sea visible a primera vista. Debido al retraso que introducen las puertas CMOS el circuito oscila del mismo modo que un oscilador CMOS convencional. El ciclo de trabajo de la onda de salida se ajusta al 50 por 100 mediante P2 (con las entradas cortocircuitadas). Una primera versión de este circuito funcionaba satisfactoriamente sin altavoz. Se midió una distorsión del 2 por 100 con una señal de salida

**4**




audio de $6V_{pp}$. Sin embargo, cuando se conectó un altavoz al circuito la distorsión alcanzó cifras del 40 por 100 lo cual es totalmente inaceptable.

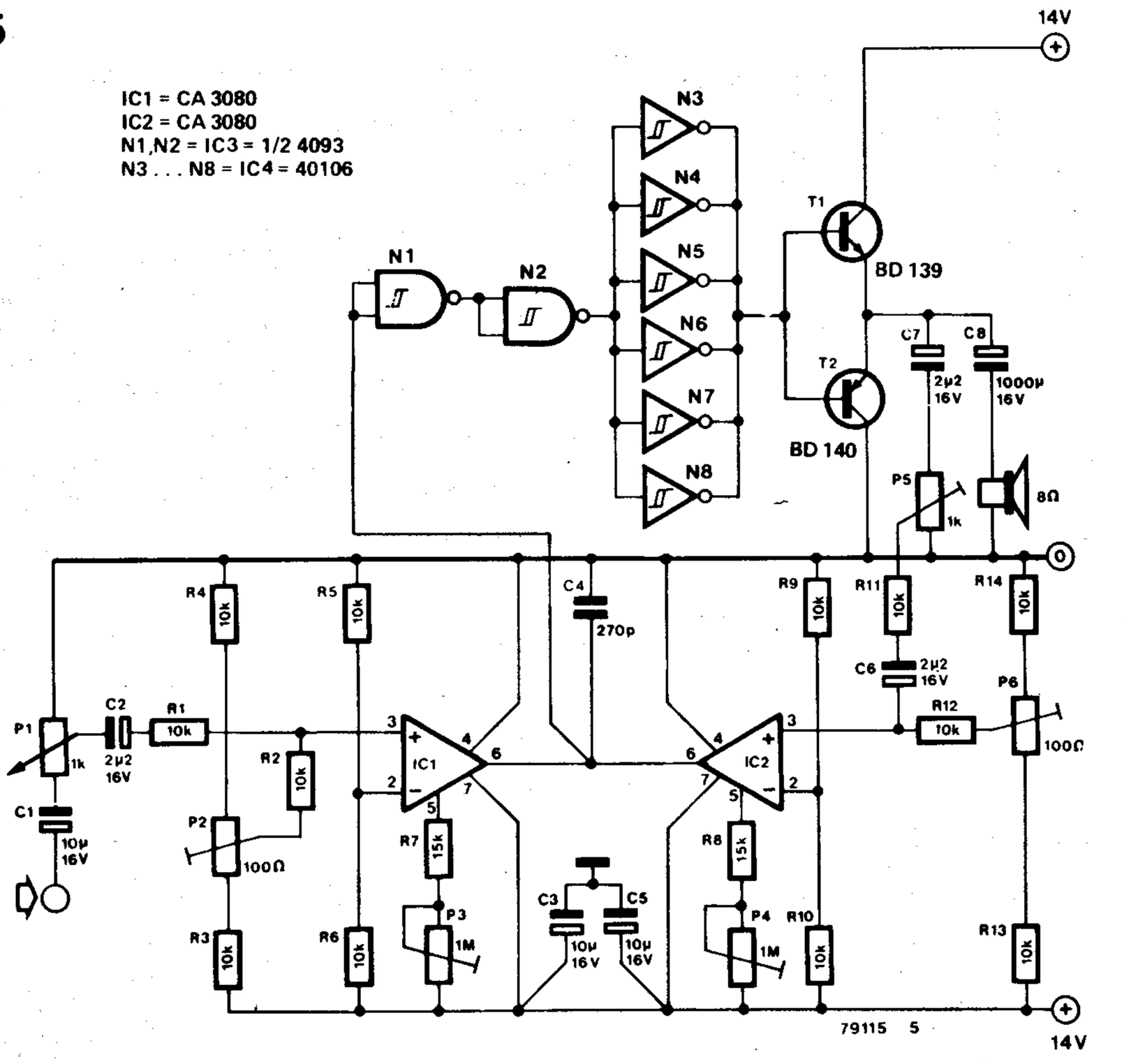
## Fuentes de corriente

Se puede mejorar las prestaciones del circuito si se reemplazan las resistencias $R_a$ y $R_b$ de la figura 2 por fuentes de intensidad controlada (ver figura 4). De este modo el condensador C puede ser cargado y descargado por corrientes que pueden considerarse constantes durante cada ciclo, de manera que la intensidad de entrada $i_{in}$ es directamente proporcional a la tensión de entrada $u_{in}$ y la intensidad de salida $i_o$ es proporcional a la tensión cuadrada asimétrica de salida $u_o$. Cuando $u_o$ es alta, $i_o$ es igual a I y cuando $u_o$ es baja $i_o$ es igual a —I, puede demostrarse que el ciclo de trabajo de la señal de salida es proporcional a la tensión de entrada $u_{in}$ verificándose la siguiente relación:

$$\delta = -\frac{1}{2 \cdot I} \cdot i_{in} + \tfrac{1}{2}$$

Una buena fuente de corriente controlable por tensión es el amplificador operacional de transconductancia (OTA) que es ya familiar a los lectores de ELEKTOR. Se trata de un tipo especial de amplificador operacional que produce una intensidad de salida proporcional a la tensión de entrada. La impedancia de salida de este amplificador operacional es en este caso muy alta en contraste con los normales, en los que su valor es bajo. Como puede verse en la figura 5 la utilización de estos circuitos integrados complica considerablemente el diseño del circuito. Para que los OTA funcionen satisfactoriamente son necesarias un cierto número de resistencias auxiliares. El circuito se ajusta como sigue: en primer lugar se desconecta IC1 del resto del circuito y mediante $P_4$ se ajusta la frecuencia a unos 100 kHz. El ciclo de trabajo de la onda cuadrada se ajusta exactamente al 50 por 100 mediante P6. Se ajusta P2 de manera que IC2 no resulte sobrecargado. Se conecta entonces IC1 al circuito y se ajusta P3 con el fin de determinar la corriente de salida del OTA. La distorsión es mínima si se ajusta P3 para obtener la corriente mínima que permite que el circuito funcione satisfactoriamente. Finalmente se reajusta el ciclo de trabajo al 50 por 100. Desgraciadamente todas estas medidas resultan poco eficaces ya que en carga la distorsión llega a ser de un 30 por 100 (mientras que sin carga era del 0,5 por 100).

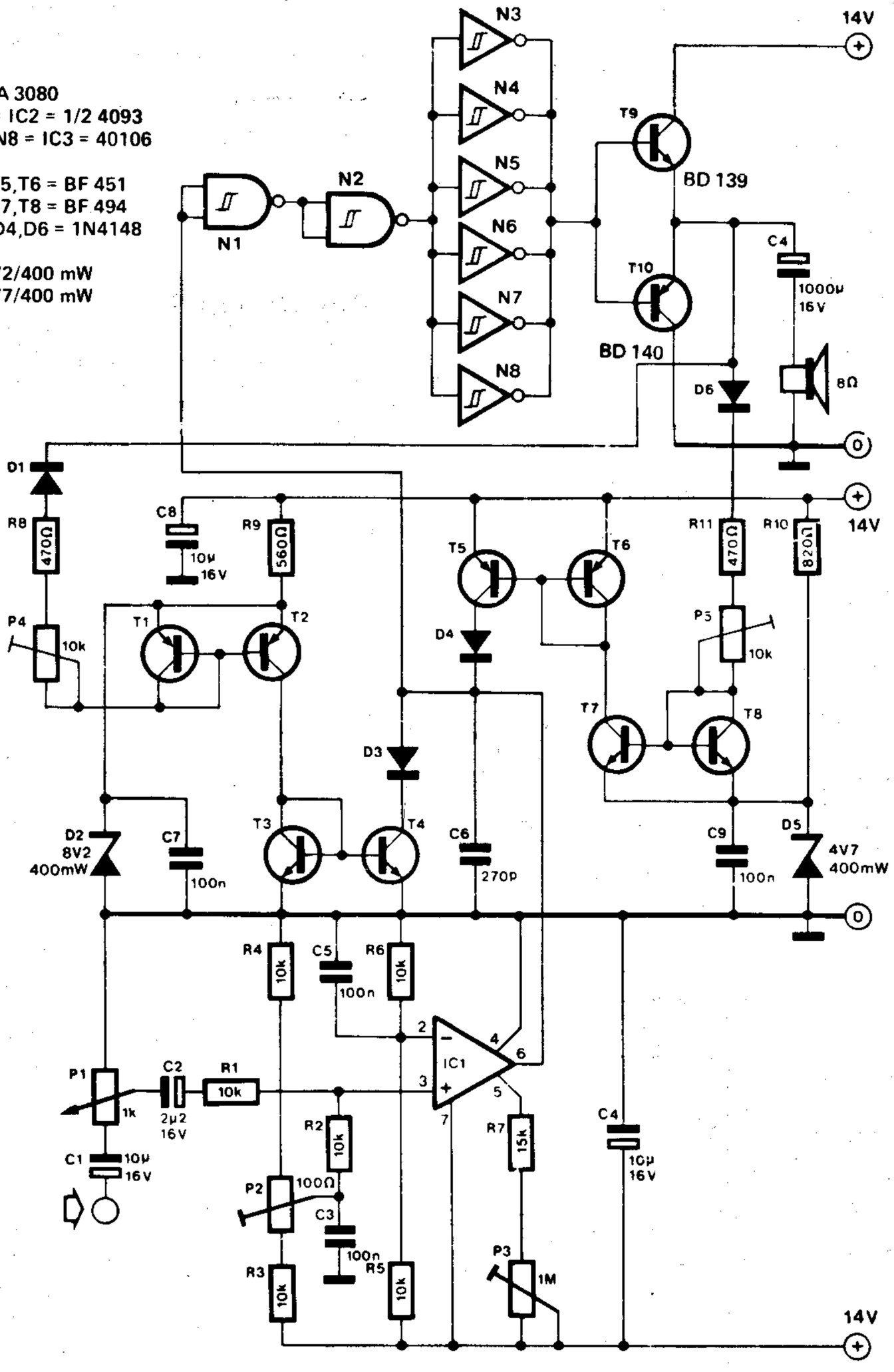
**5**



## Un paso más

Una de las causas posibles de la enorme distorsión de nuestro amplificador es el defectuoso funcionamiento del generador de onda cuadrada a causa de la inductancia del altavoz. Por esta razón IC2 no puede «cortar» en el momento adecuado formándose los consiguientes picos de tensión, los cuales en los flancos negativos de la onda sobrepasan los 0V. Por esta razón IC2 fue sustituido por una doble fuente de corriente construida con componentes discretos en la cual si la onda cuadrada descendía por debajo de 0V se descargaba el condensador. Como puede verse en la figura 6 el circuito resultante es bastante complicado. La función del condensador C de la figura 2 la realiza aquí C6. La fuente de corriente adicional para descargar este condensador está formada por T1...T4. El sistema de ajuste es similar al utilizado en el circuito anterior. En primer lugar se desconecta IC1 y se ajusta la frecuencia y el ciclo de trabajo mediante P4 y P5. La frecuencia se varía moviendo a la vez P4 y P5 mientras que el ciclo de trabajo se varía ajustando P4 con respecto a P5. P2 y P3 se ajustan del mismo modo que antes.
En carga la distorsión resultó ser de un 5 por 100 lo cual representa una mejora considerable con respecto a nuestros primeros intentos.
Se trata evidentemente de un circuito de laboratorio cuyas prestaciones no justifican un diseño tan complejo. Sin embargo, no es menos evidente que los principios utilizados ofrecen interesantes posibilidades.

**6**




## Utilización de transistores V-FET

La figura 7 muestra los resultados de un desarrollo posterior de nuestro circuito en el cual los tradicionales transistores bipolares de salida han sido reemplazados por transistores V-FET los cuales son capaces de velocidades de conmutación mucho mayores. El condensador del circuito básico es aquí C10. Como alimentación se ha adoptado una configuración simétrica de ±7V, y se ha abandonado la idea de las fuentes controladas de corriente.
Entre la entrada y C10 se ha introducido una etapa amplificadora utilizando componentes discretos. La distorsión causada por la omisión de las fuentes de corriente controlada se elimina con creces mediante la realimentación negativa de la señal de audio a través de R15. El filtro pasa-bajo de la salida está formado por la bobina L1 y el condensador C14. Un filtro RC elimina todas las componentes de alta frecuencia de la señal de entrada. Los resultados de este circuito son bastante esperanzadores: la cifra de distorsión ha descendido a 0,4 por 100 para una potencia de salida de 1W. Es evidente que las prestaciones del circuito no están de acuerdo con la complejidad del diseño, sin embargo los resultados son suficientemente buenos como para justificar una posterior investigación en amplificadores que utilicen estos principios.

**7**

