

# elektor

electrónica: técnica y ocio

N.º 13

junio 1981

175 ptas.

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

**entrenador morse**

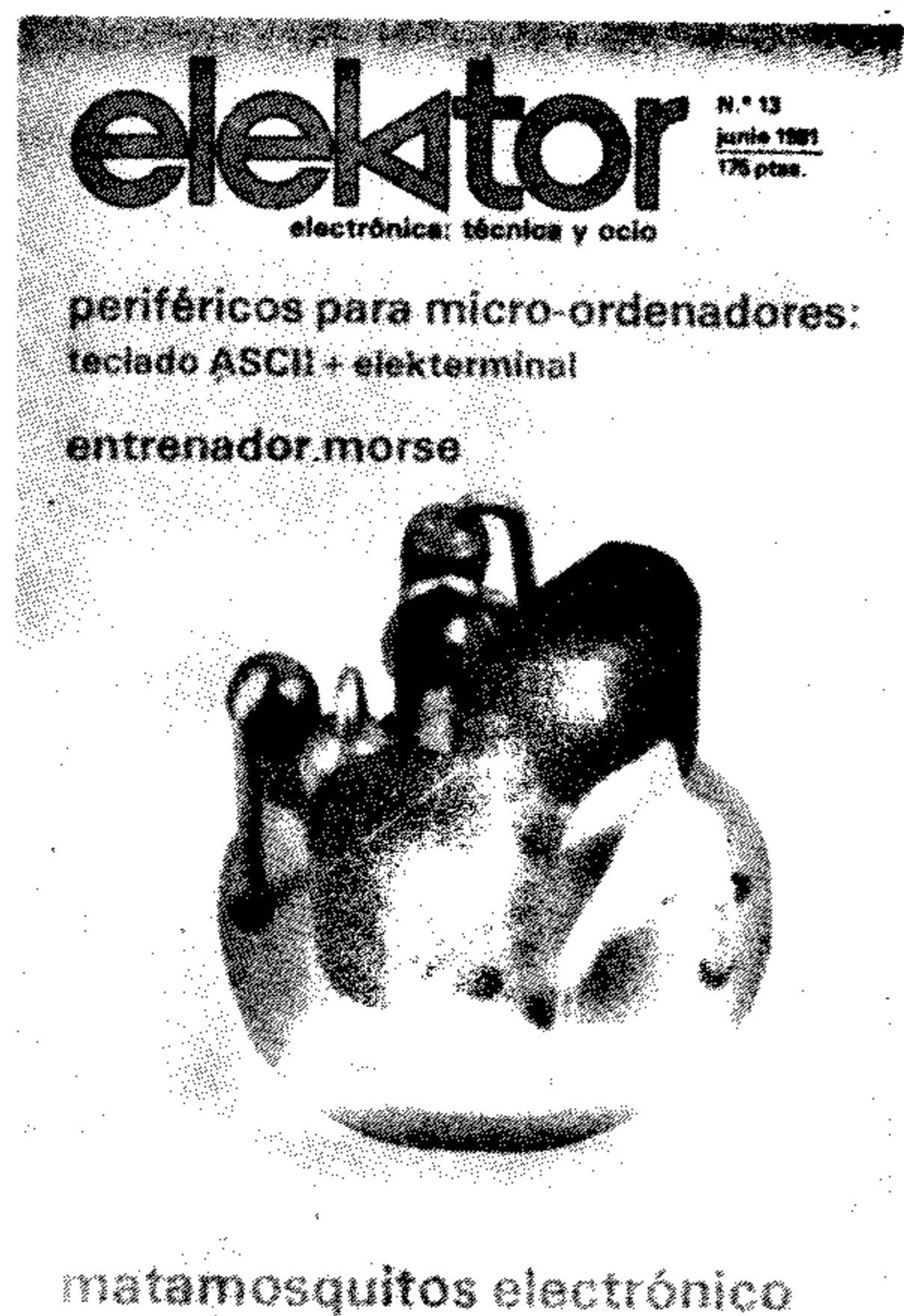


**matamosquitos electrónico**

|   |      |
|---|------|
| <b>Selektor</b> .....   | 6-01 |
| <b>Control remoto</b> .....   | 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. |      |
| <b>«Matamosquitos» electrónico</b> .....  | 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.   |      |
| <b>Alimentación de precisión</b> .....  | 6-13 |
| <b>El ICU, un mini-microprocesador</b> .....  | 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   |      |
| <b>Comprobador de transistores</b> .....  | 6-25 |
| <b>Teclado ASCII</b> .....  | 6-29 |
| El método más común de comunicarse con un microcomputador es un teclado alfanumérico.   |      |
| <b>Entrenador morse</b> .....   | 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.  |      |
| <b>Elekterminal</b> .....   | 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.  |      |
| <b>Experimentor</b> .....   | 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).   |      |
| <b>Mercado</b> .....  | 6-49 |

# sumario

SUMMAR  
SUMMA  
SUMM  
SU



# elektor 13

año 2, núm. 13

junio 1981

# claves

Redacción, Administración y Suscripciones:

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

Edita:  
Presidente:  
Director:  
Redactor jefe de la edición internacional:  
Cuerpo de redacción:

Paul Holmes  
Redactores técnicos:  
J. Barendrecht, G. H. K. Dam,  
E. Krempelsauer,  
A. Nachtmann, G. Nachbar,  
K. S. M. Walraven  
J. Ignacio Alegría,  
Guillermo Jiménez,  
Domingo Bernal, Miguel Maroto

Colaboradores:

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  
Villarreal, 191. Teléf. 239 18 58. Barcelona-36

Publicidad

Impresión:

Gráficas ELICA. Boyer, 5.  
Madrid-32

Contabilidad:  
Suscripciones:

María Antonia Buitrago  
Inmaculada de la Torre

España  
Extranjero (correo de superficie)  
Extranjero (correo aéreo)  
Precio ejemplar sencillo  
Precio ejemplar doble  
Ejemplares atrasados

|  | 1980<br>(6 núms.) | 1981<br>(11 núms.) |
|--|-------------------|--------------------|
|  | 1.120 Ptas.       | 1.800 Ptas.        |
|  | 1.620             | 2.600              |
|  | 2.120             | 3.300              |
|  | 160               | 175                |
|  | 320               | 350                |
|  | 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 Laboratori, 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 reproducción 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  |

Pertencen 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 = 0,00000000047F  
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)

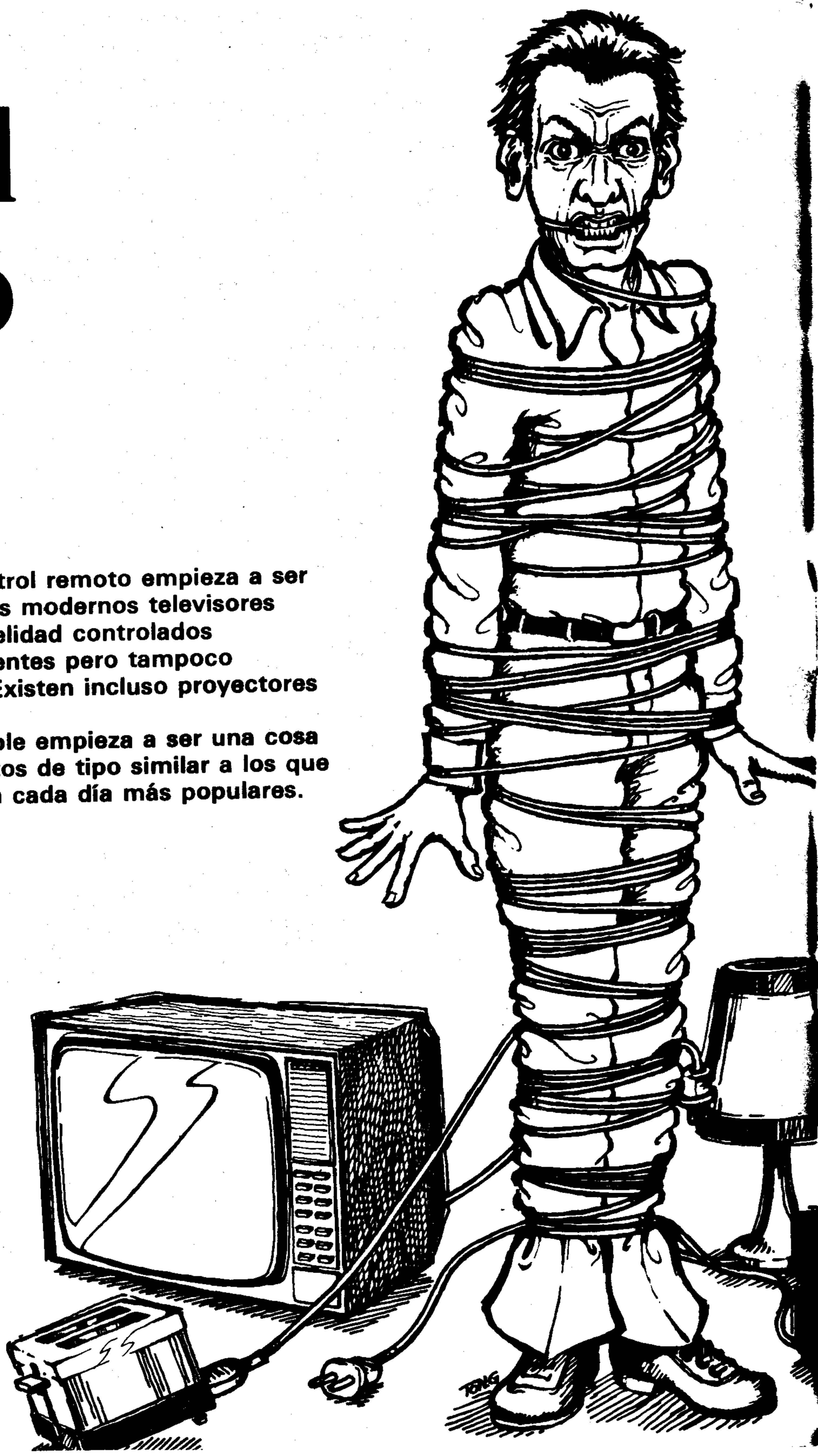
Puede obtenerse mediante petición a la dirección de la revista.

# 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...

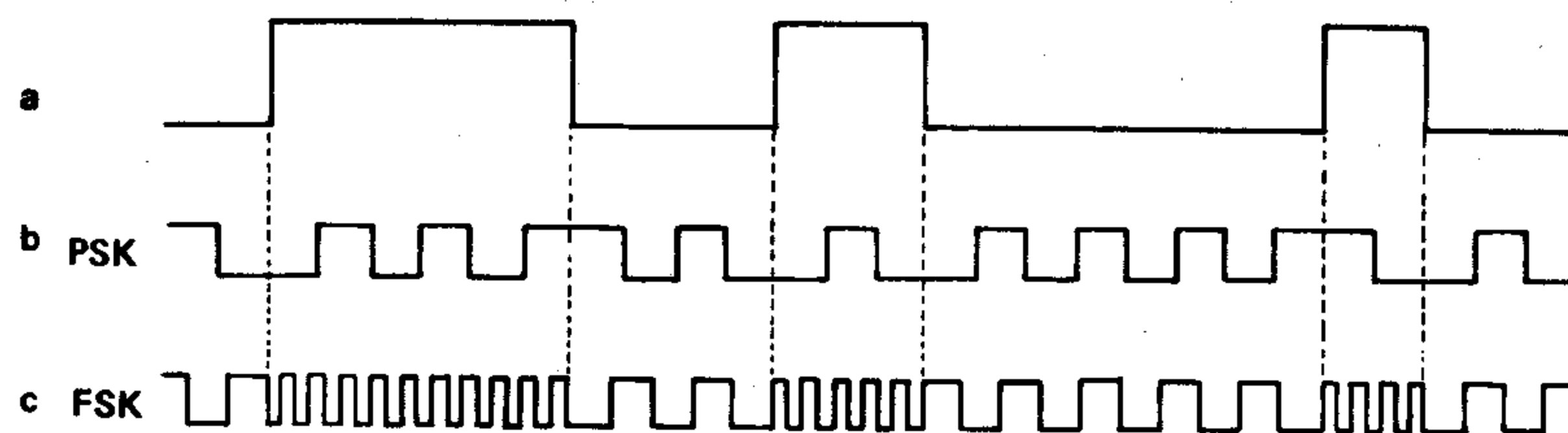
No ocurre lo mismo con el segundo sistema ya que utiliza dos circuitos especiales de la firma Plessey, uno para transmitir y otro para recibir. Evidentemente éste simplifica el circuito drásticamente. Aunque estos circuitos integrados fueron diseñados en principio para el control remoto de televisores 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

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 pe-

1



80005 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

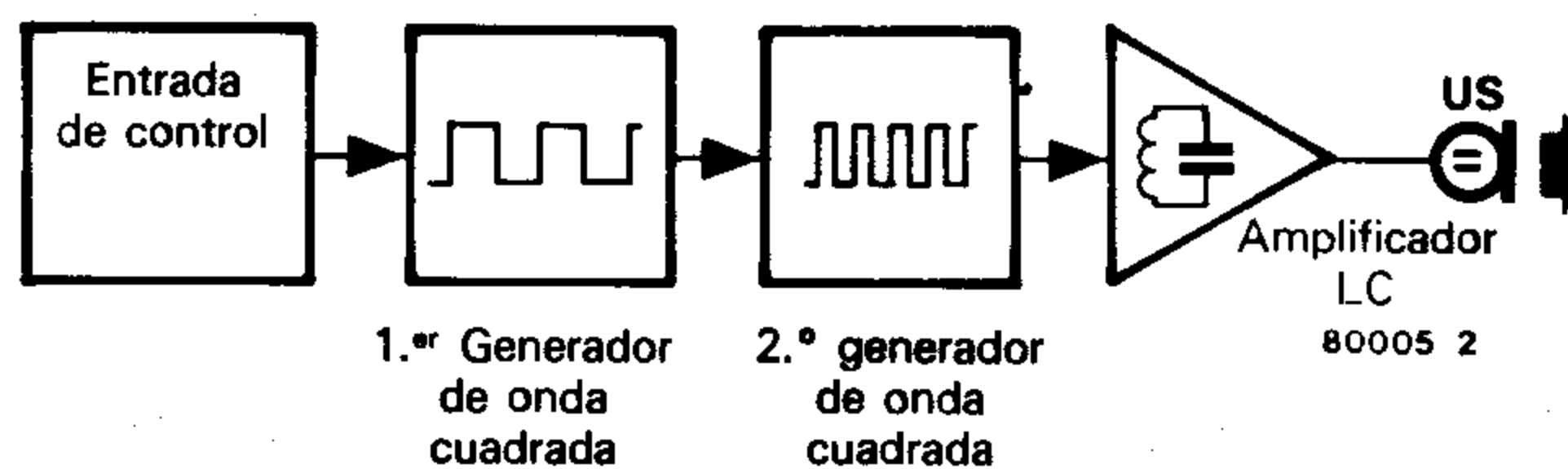


Figura 2. Esquema sinóptico del transmisor.

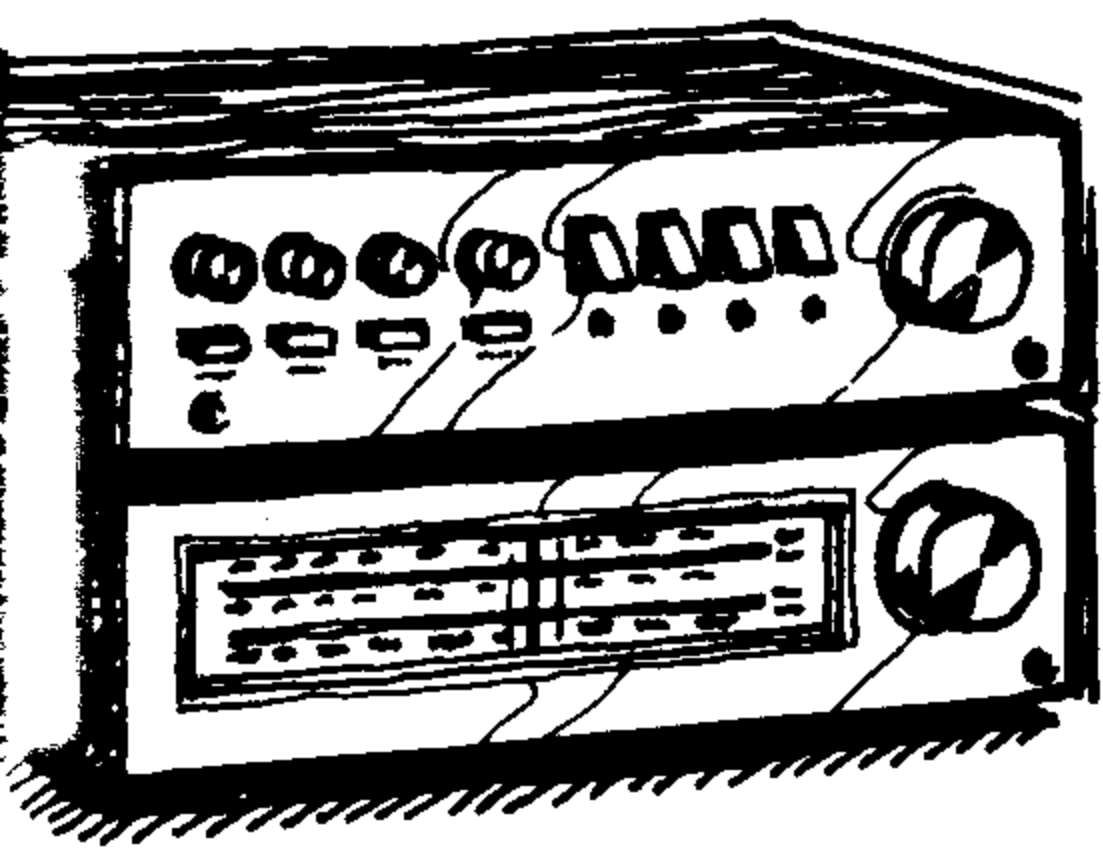
marcha-paro puede utilizarse para funciones analógicas convirtiéndolas, en el extremo receptor, en una señal de tipo «más/menos». Por ejemplo, para abrir y cerrar unas cortinas se mantiene el motor en funcionamiento más o menos tiempo.

## El primer sistema

Veamos en primer lugar el sistema que utiliza componentes corrientes. Se trata de un

ro 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



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 cir-

cuito 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.

### 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

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 |

3

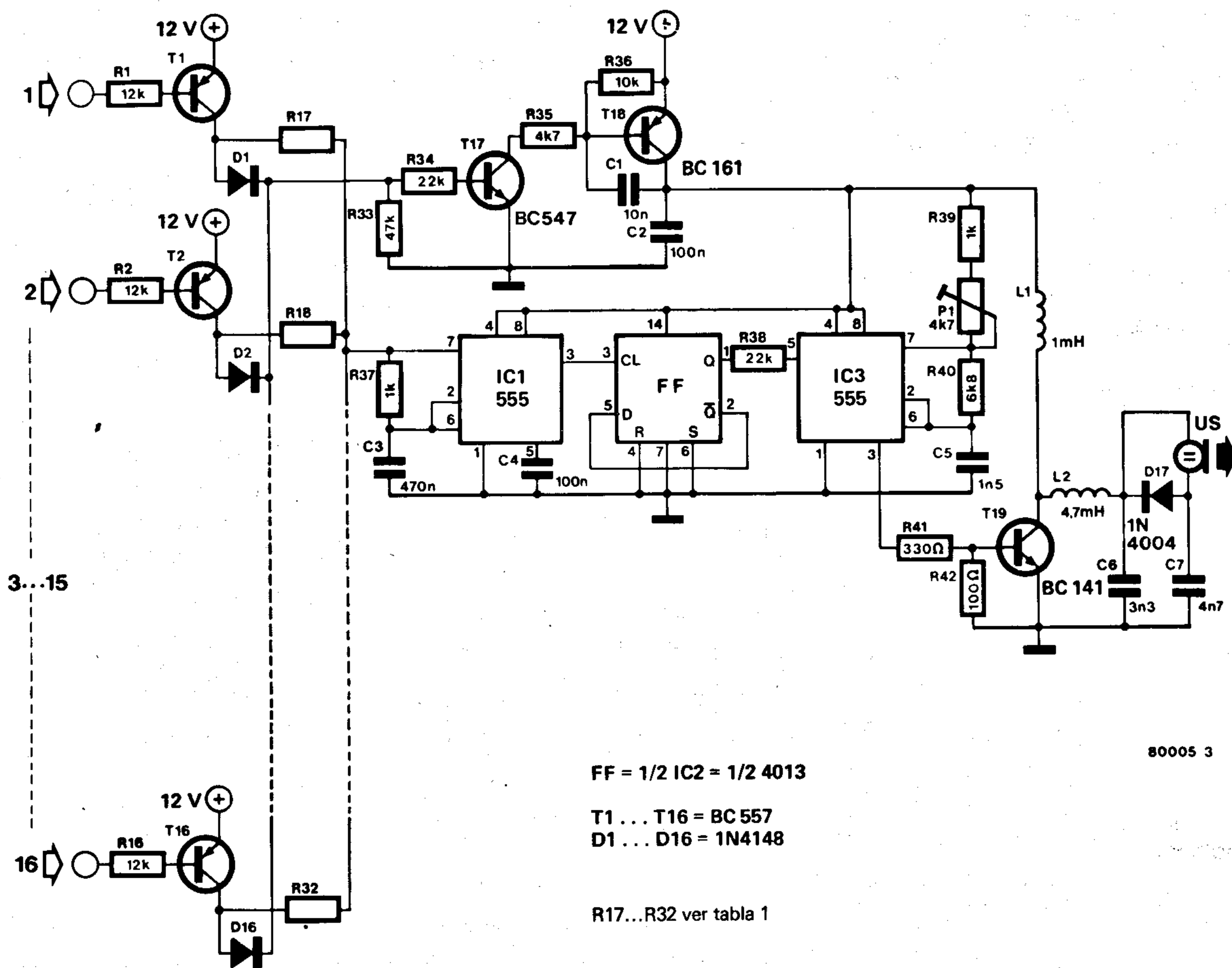


Figura 3. Circuito completo del transmisor.

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 obte-

ner 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 pasa-banda 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

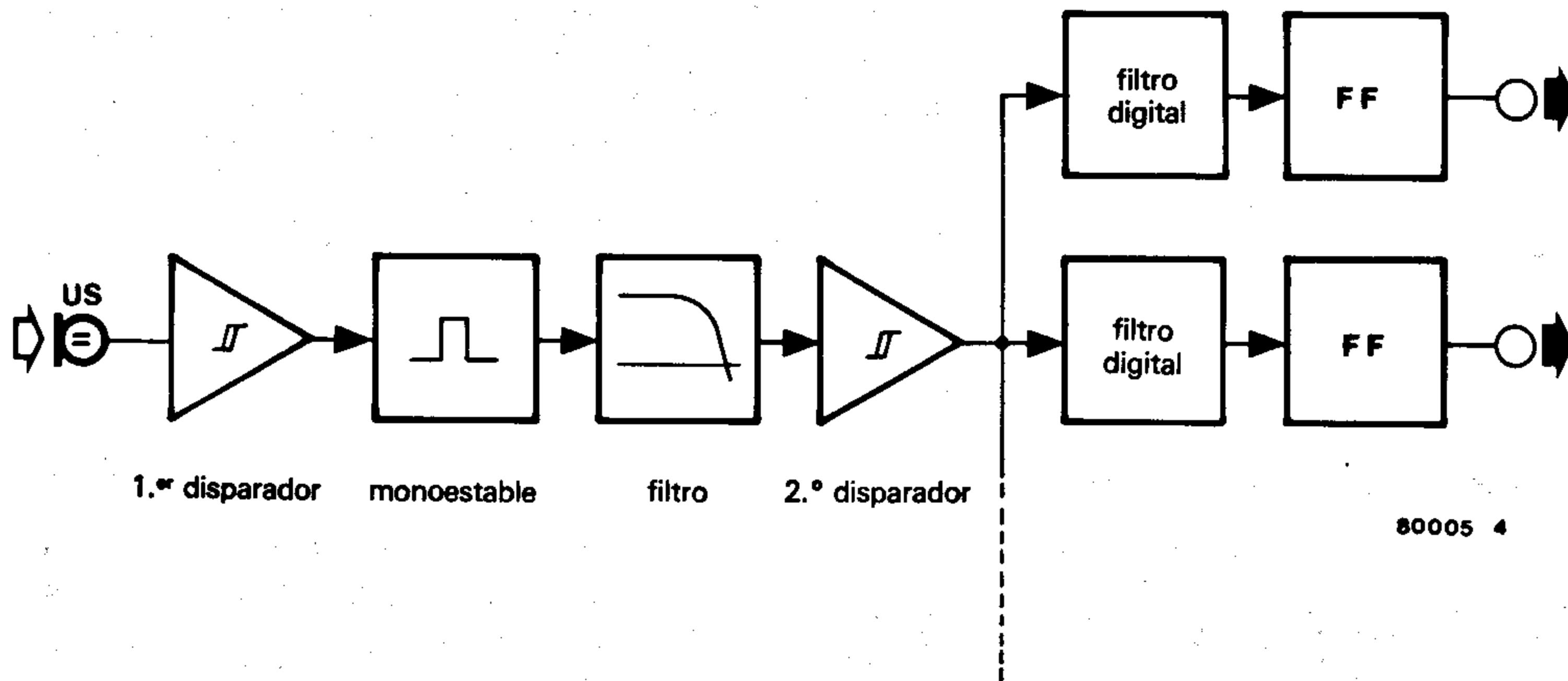


Figura 4. Esquema sinóptico del receptor.

5

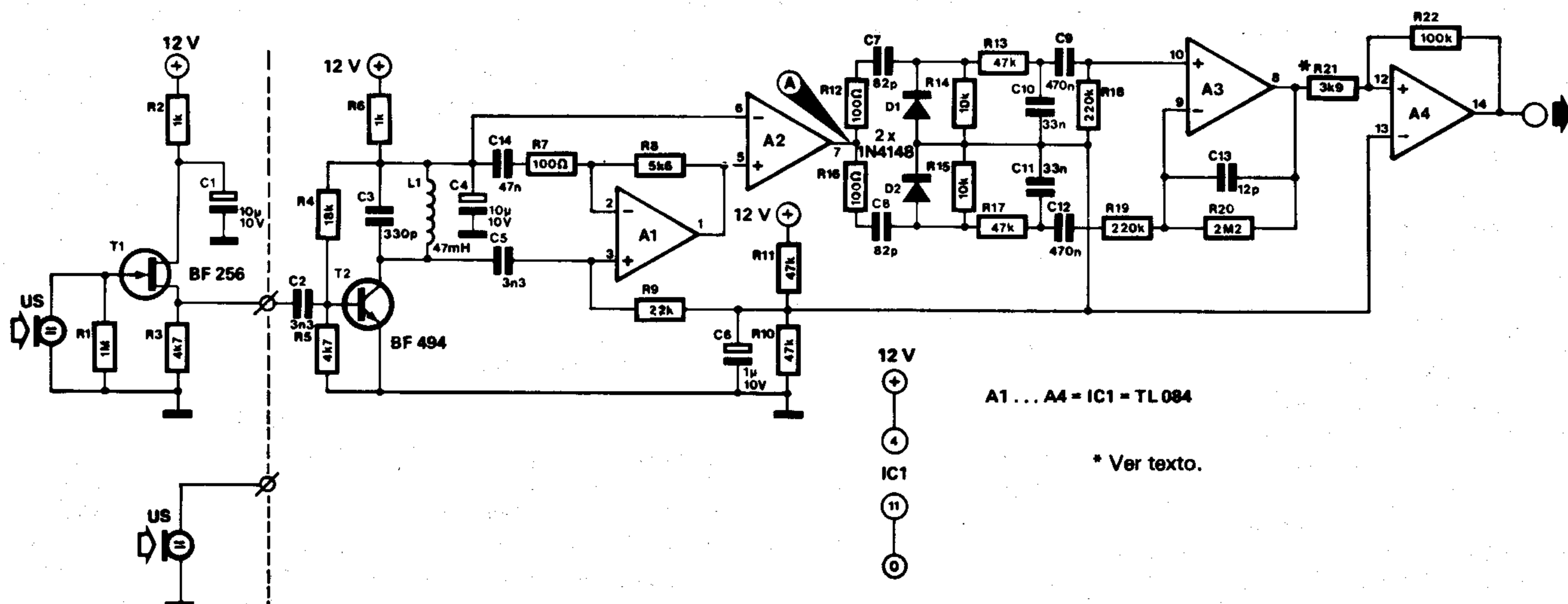
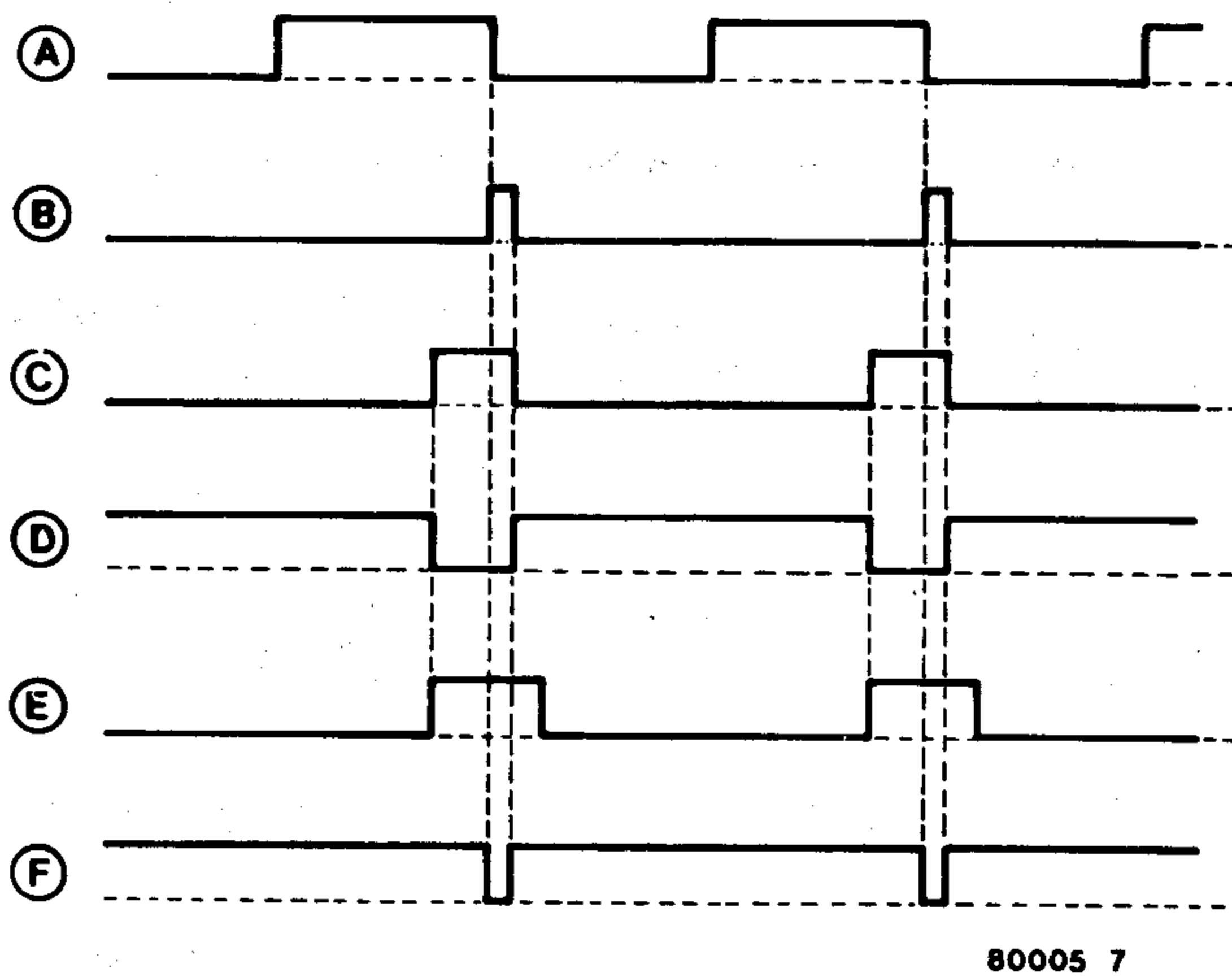


Figura 5. Circuito del receptor excluido el(los) filtro(s) digital(es).



7



80005 7

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

8

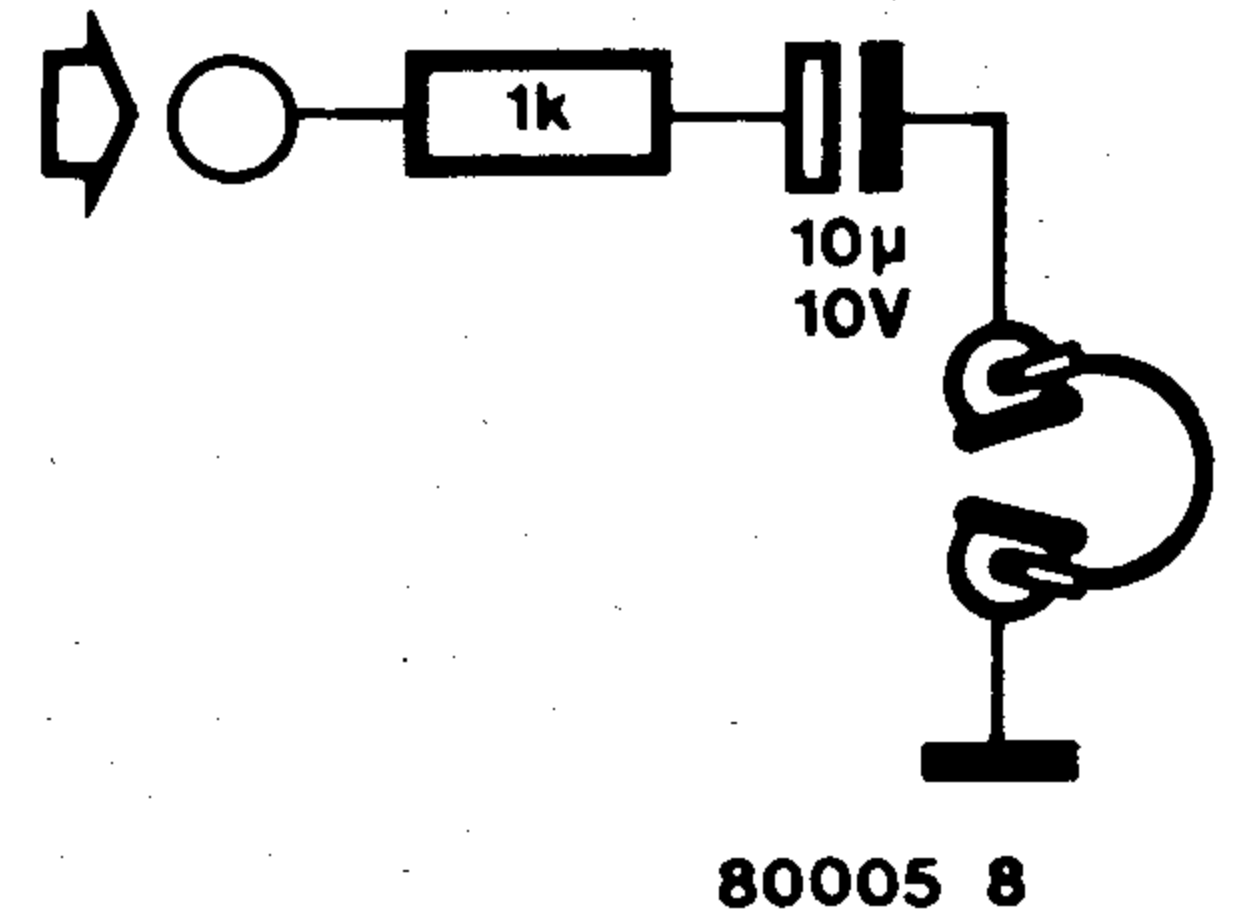


Figura 8. Para ajustar la unidad de control remoto se utiliza este sencillo circuito. Los auriculares deben ser de alta impedancia.

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 oírlo. 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 pulsa-

dores se conectan en forma de matriz como si se tratara de una calculadora. Se utiliza una matriz de 4x8, 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 leyera 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 transmite durante el impulso y su frecuencia se ajusta mediante P2. Un buen valor para

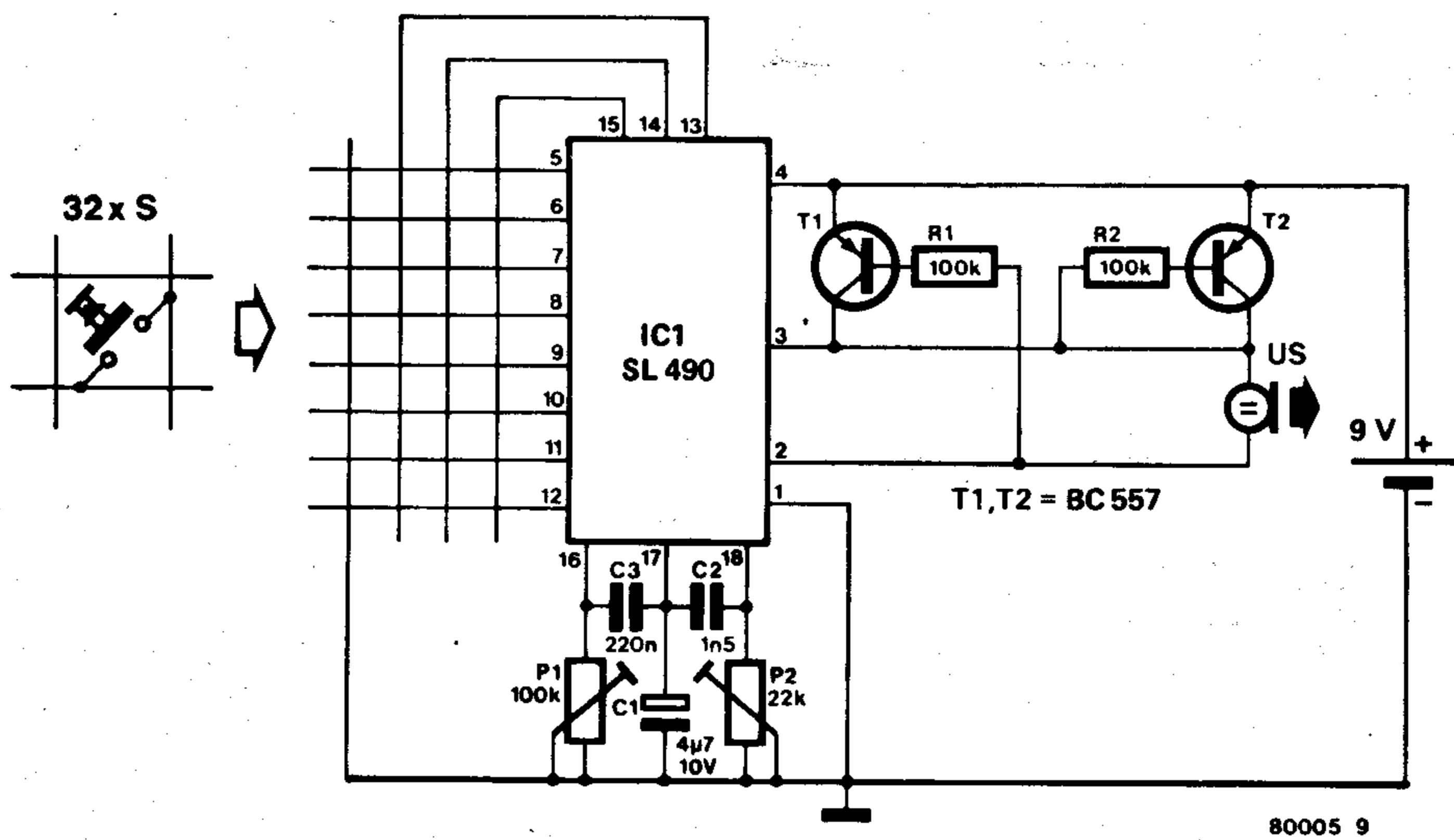


Figura 9. Transmisor totalmente integrado.

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 µA.

**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 decodificadas 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

**10**

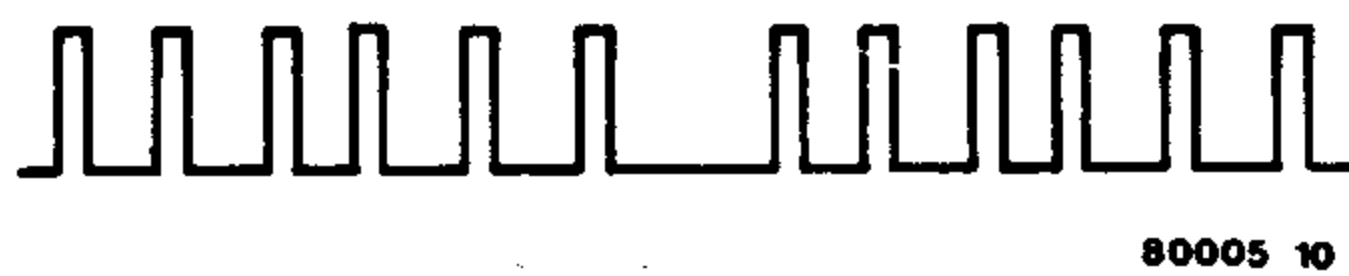


Figura 10. El circuito integrado transmite el código de 6 bits en una cadena de 6 impulsos (aquí se representan dos trenes de impulsos). La información está contenida en los intervalos entre impulsos: un 1 lógico produce un corto intervalo entre impulsos, mientras que un cero lógico se codifica como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

un demodulador entre el transductor y el circuito integrado. Esto no supone ningún problema, como veremos.

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)

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               |

en las salidas C1...C5. Cuando se produce en la unidad de control una de las órdenes comprendidas entre 00000 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 puede 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

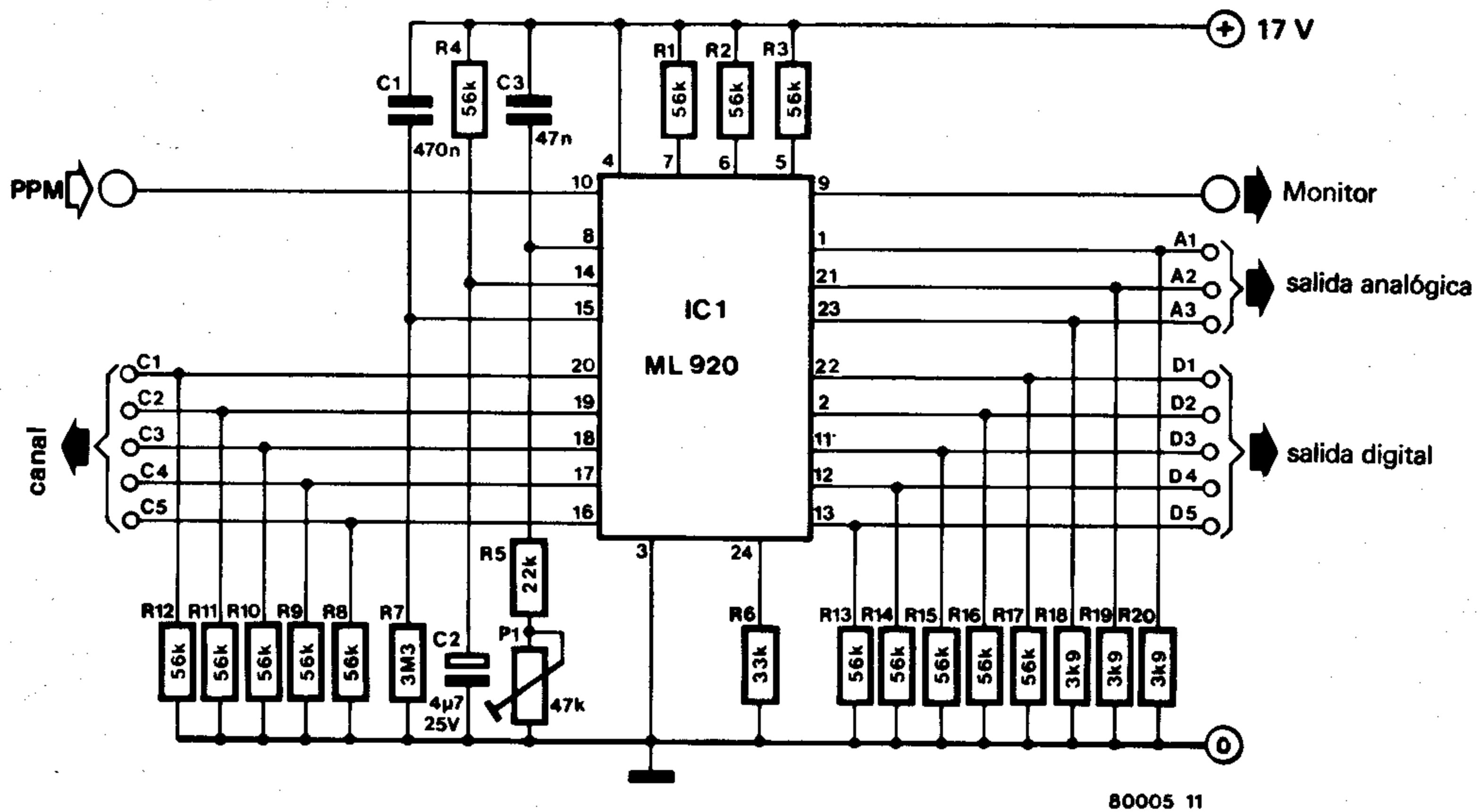


Figura 11. Este circuito decodifica trenes de impulsos, produciendo una serie de salidas digitales y analógicas destinadas a controlar las diversas funciones de un televisor en color.

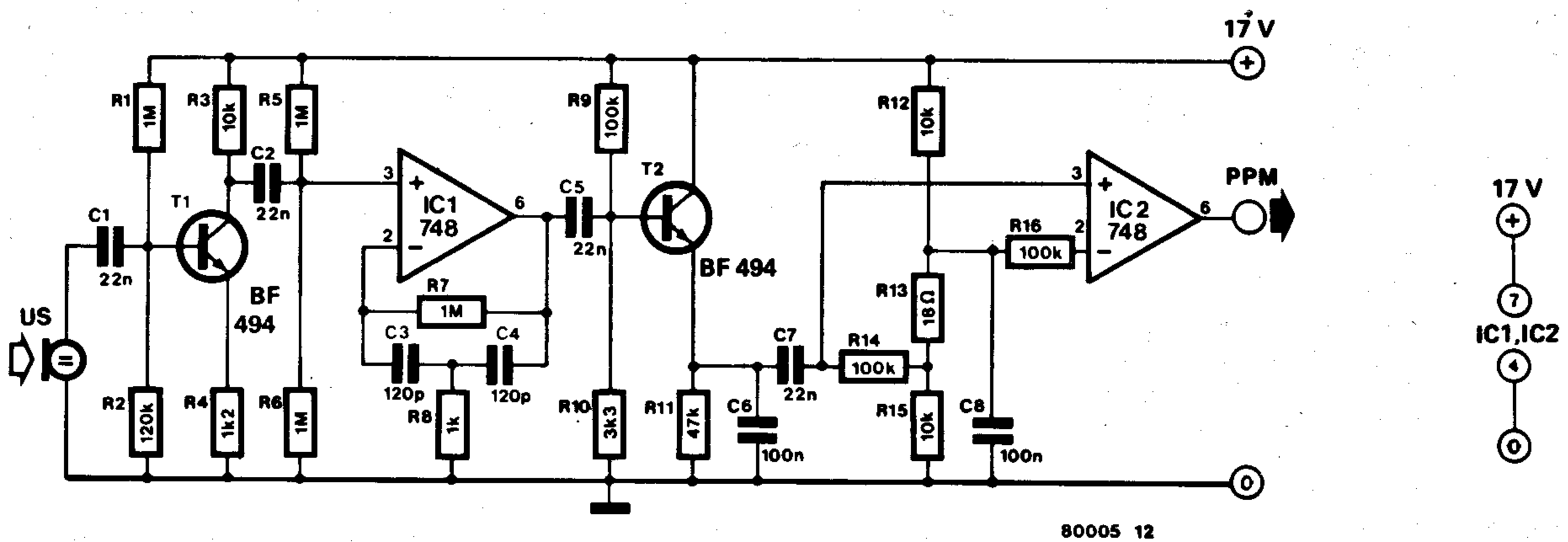


Figura 12. Este preamplificador y demodulador puede incluirse entre el transductor y el circuito de la figura 11.

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 elimi-

nar 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 11001 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 11000. 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 veintavo 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.

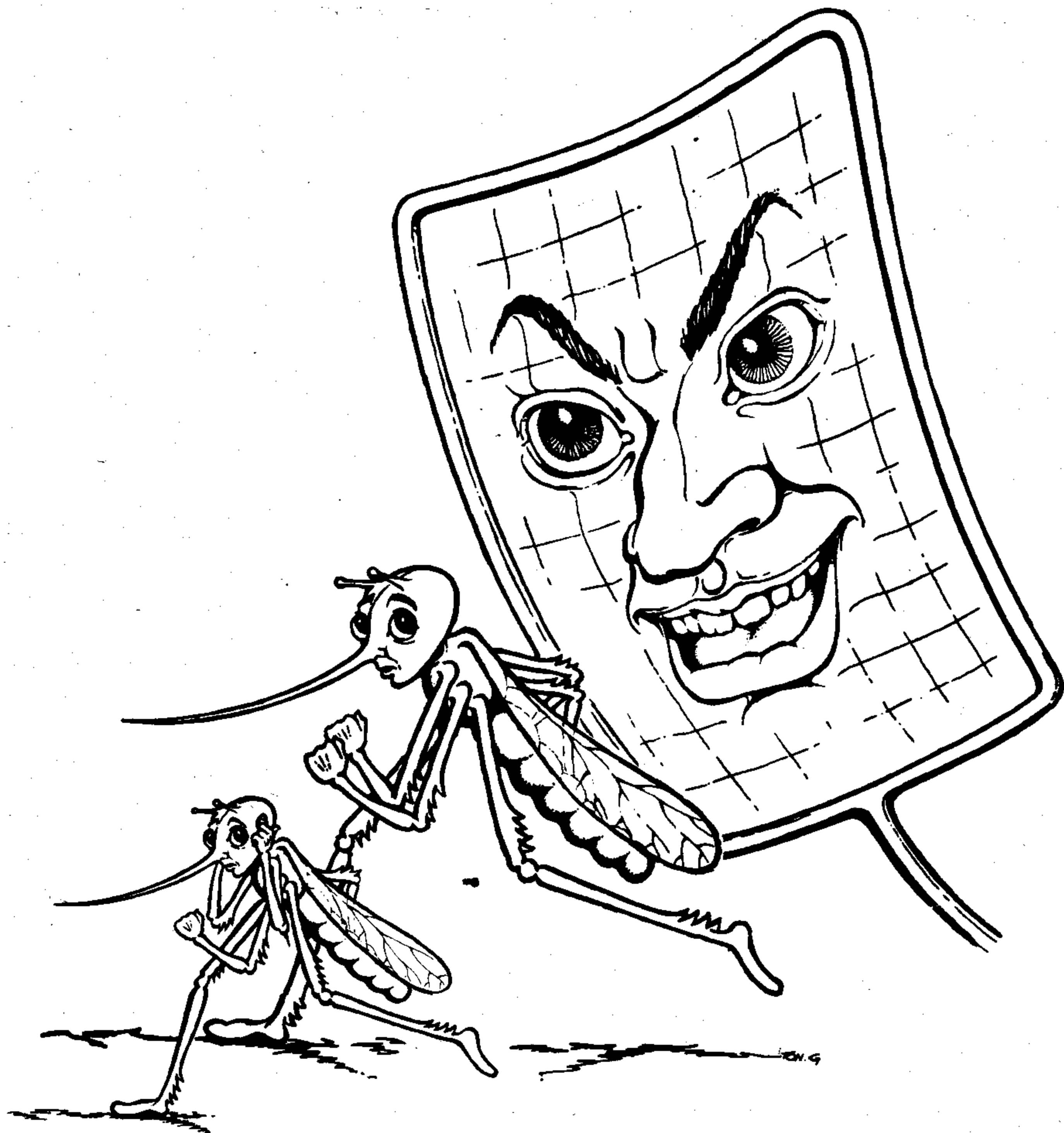
Cabe preguntarse porqué no se utilizan siempre ultrasonidos para los sistemas de control remoto. ¿Es que existen algunas desventajas? Evidentemente existen: los transductores son mucho más voluminosos que los diodos emisores de infrarrojos, son más frágiles, existen también emisores de interferencias 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 ellas 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 insectos 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 téc-

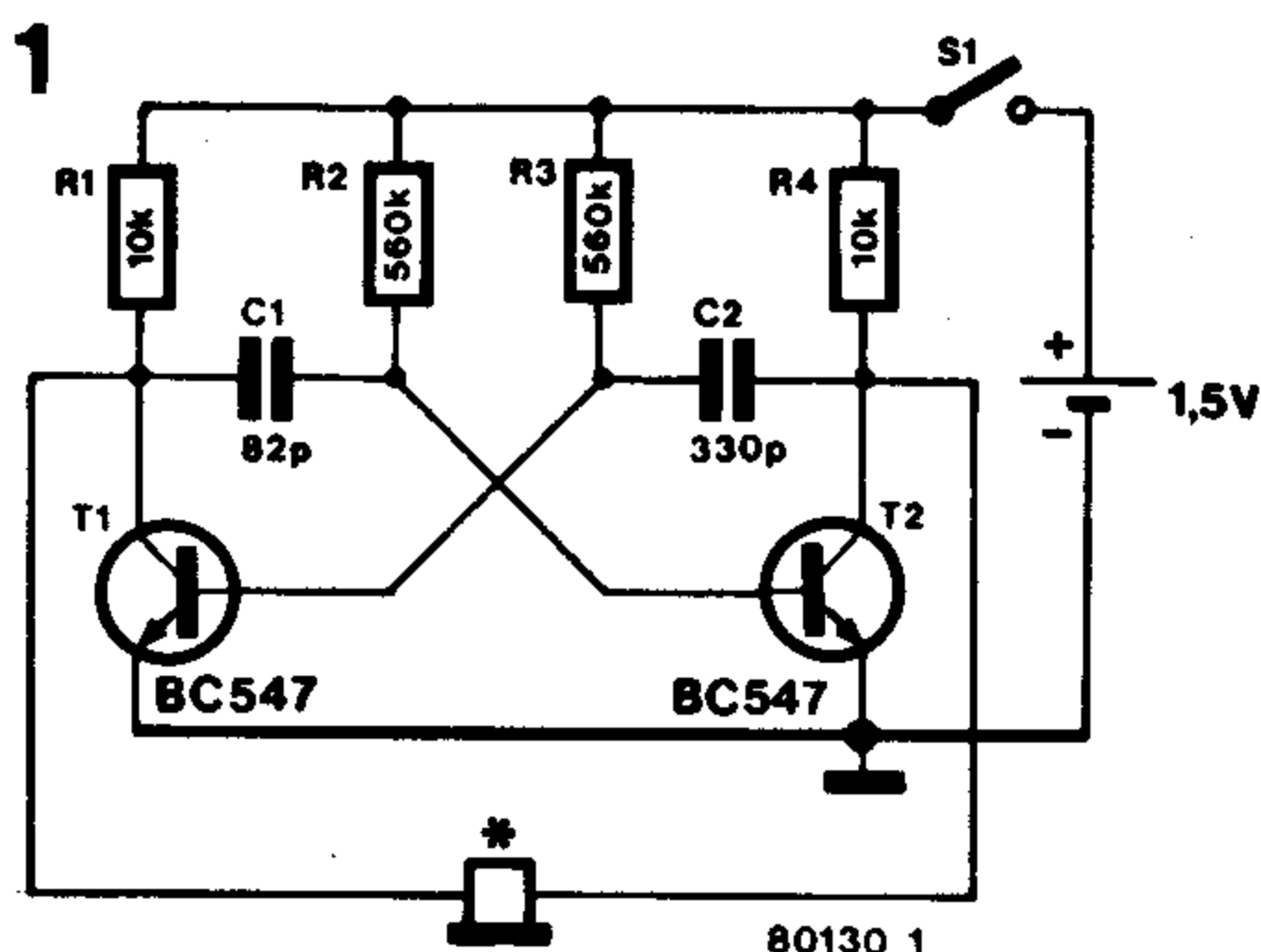


Figura 1. Esquema del cazamosquitos. El altavoz telefónico produce un tono de 5 kHz.

nico 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.

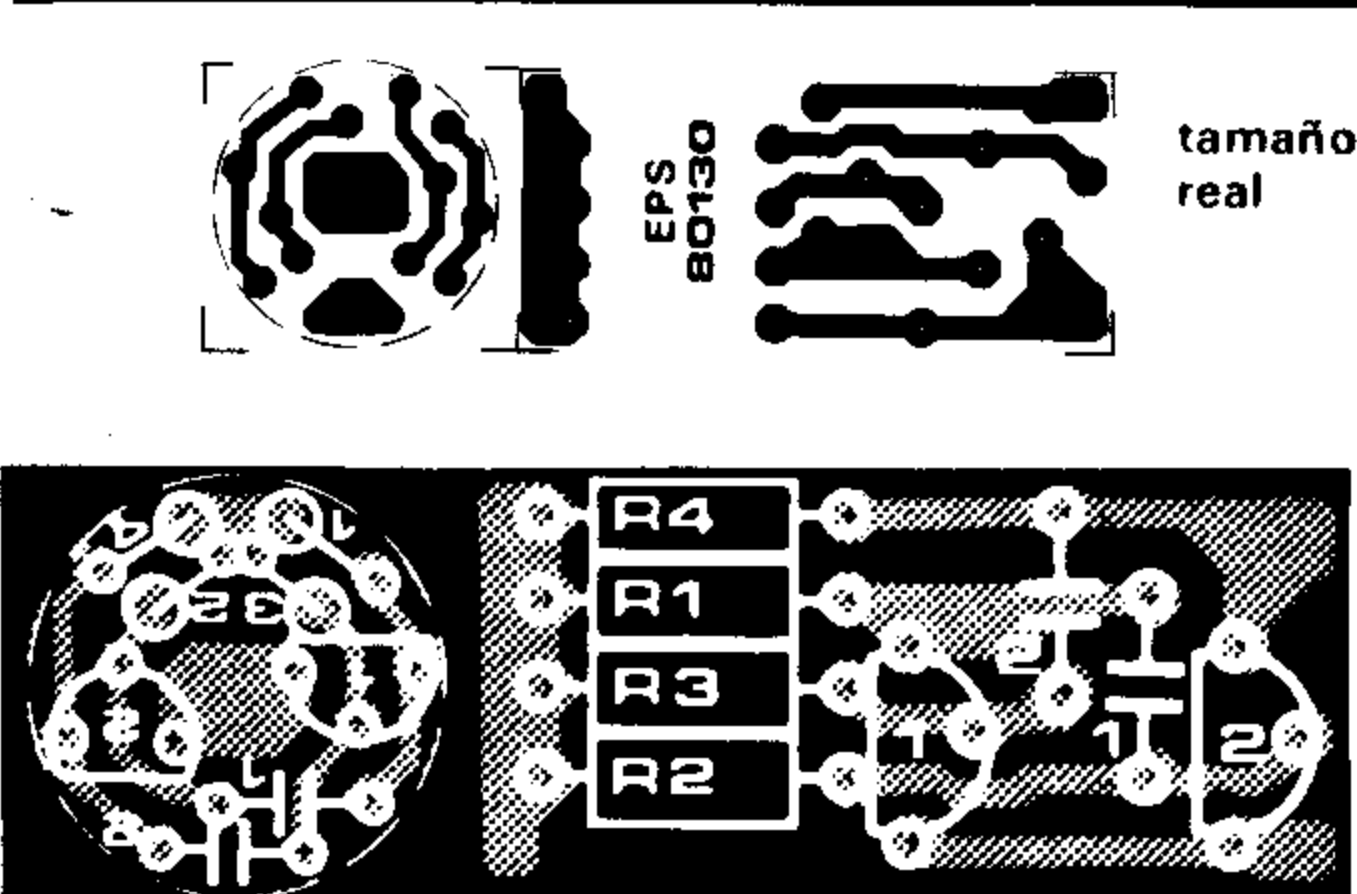


Figura 2. Los dos circuitos impresos y sus disposiciones de componentes. Puede utilizarse cualquiera de los dos. Obsérvese que para mayor claridad se ha ampliado la serigrafía de componentes.

### 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

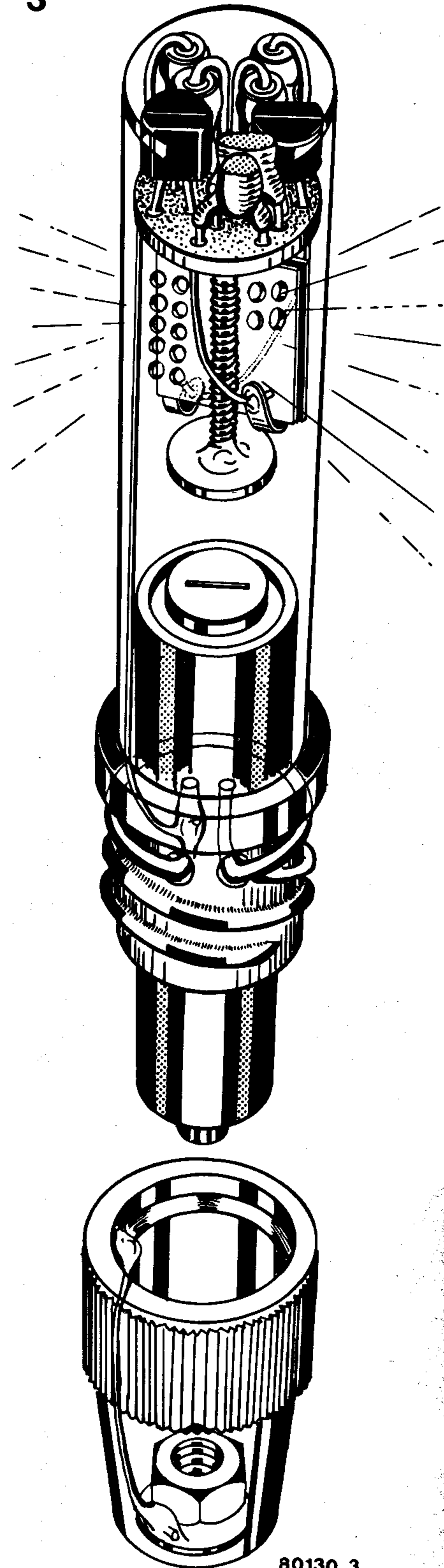
Esta vez ofrecemos a nuestros lectores dos circuitos impresos por el precio de uno. De este modo dejamos total libertad a la hora de elegir el alojamiento del cazamosquitos. Los componentes pueden montarse tanto en una versión circular como en una versión rectangular. Al solicitarnos el circuito impreso 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



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.

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-

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 incluido 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/ $^{\circ}$ 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:

$$U_0 = I_{set} \times R_{set}$$

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.

# 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.

1

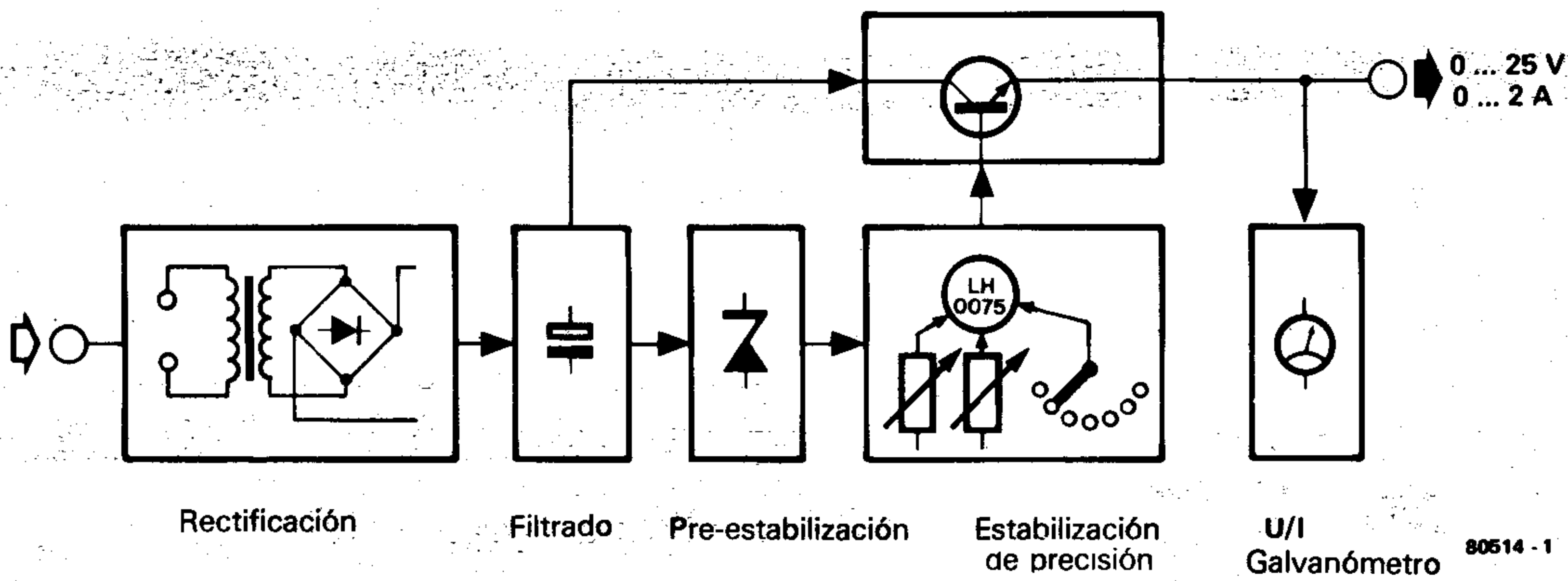


Figura 1. Diagrama de bloques de la alimentación de precisión. La sección estabilizadora está formada por un circuito integrado (LH0075), dos potenciómetros y conmutador multicontacto.

La resistencia 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 Darlingtons 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 pre-carga 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

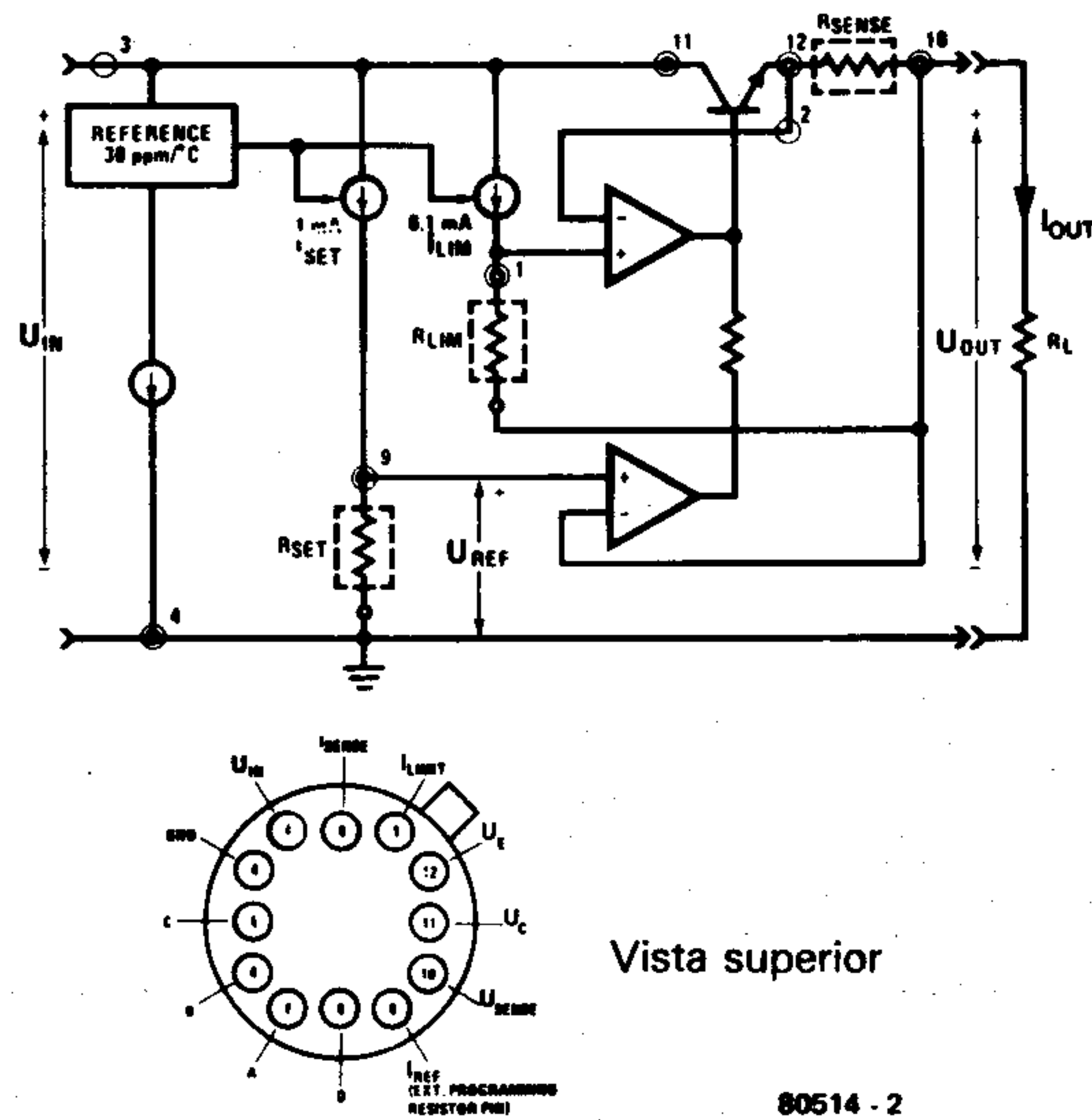


Figura 2. Esquema interno y patillaje del LH0075. La cápsula está aislada eléctricamente

3

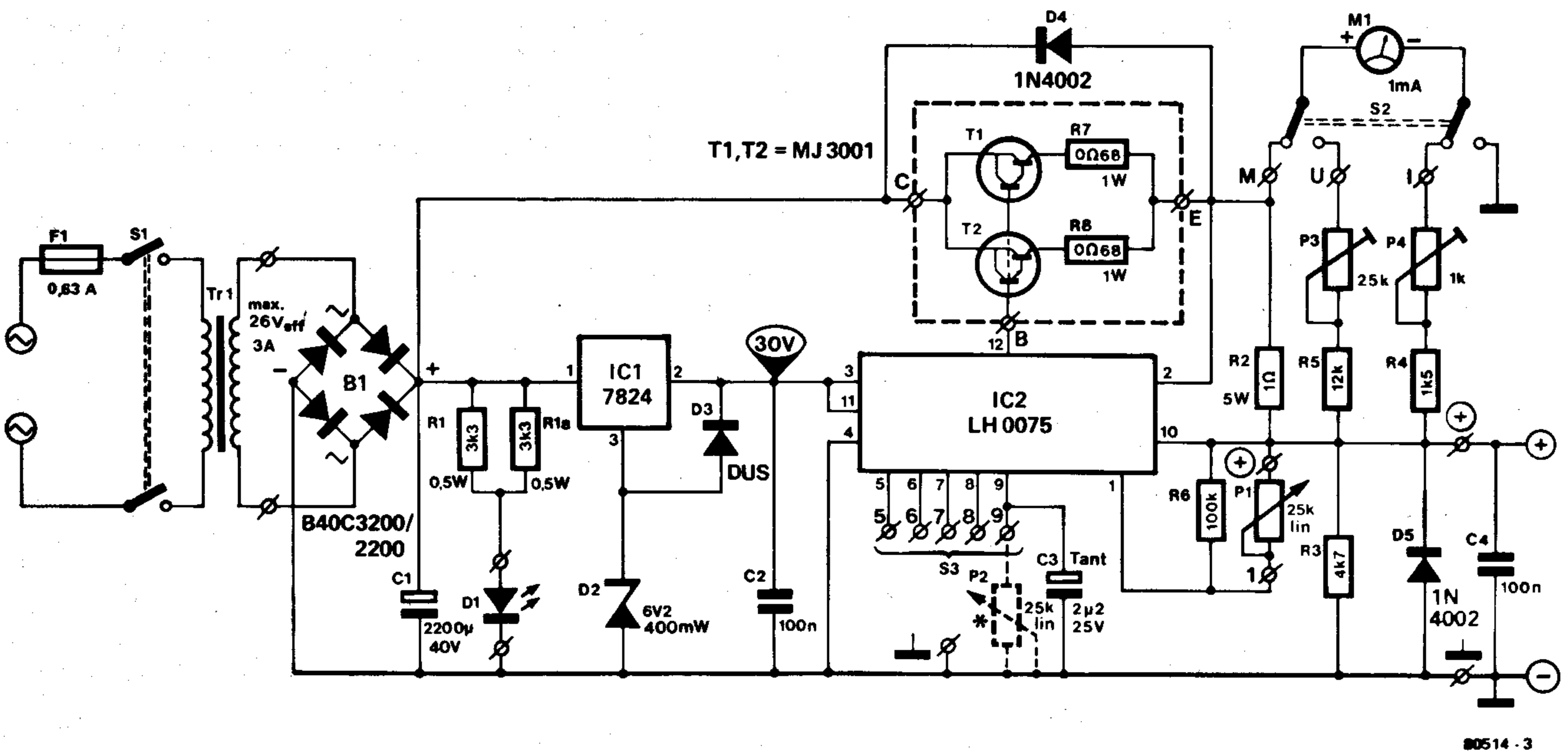


Figura 3. Esquema completo de la alimentación de precisión. Se pueden ajustar varios valores de salida comprendidos entre 1,5 y 18V. También puede ser variable continuamente entre 0,2 y 25V. La intensidad de salida puede limitarse a cualquier valor comprendido entre 0 y 2A.

4

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

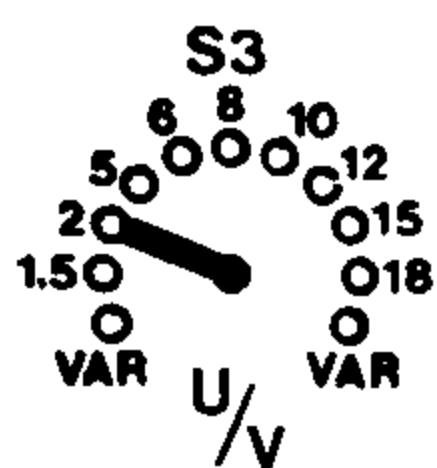
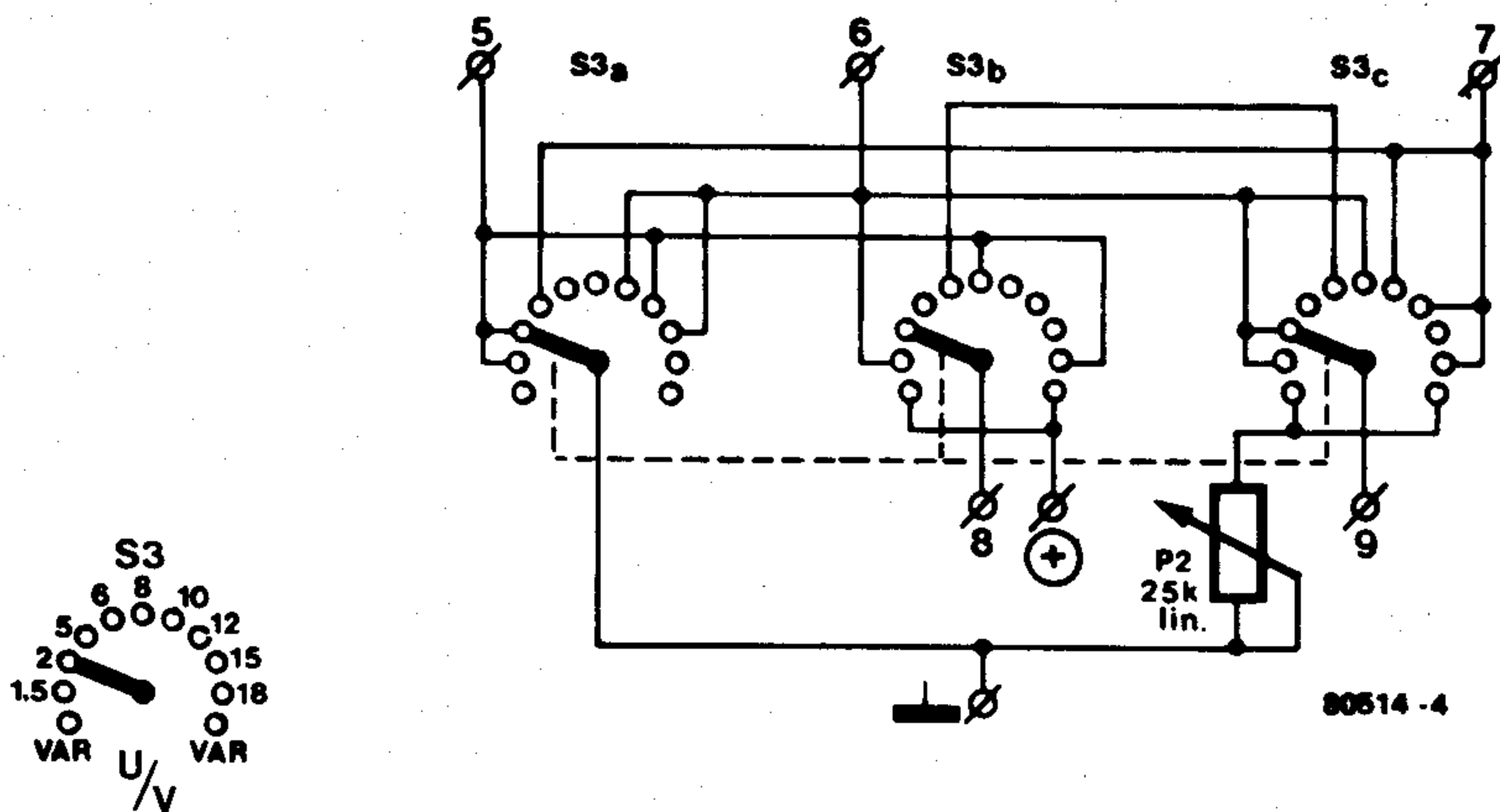


Figura 4. Cableado del conmutador multicontacto S3. Dado que se utilizan tres circuitos de 11 posiciones, deberá verificarse el cableado cuidadosamente.

5

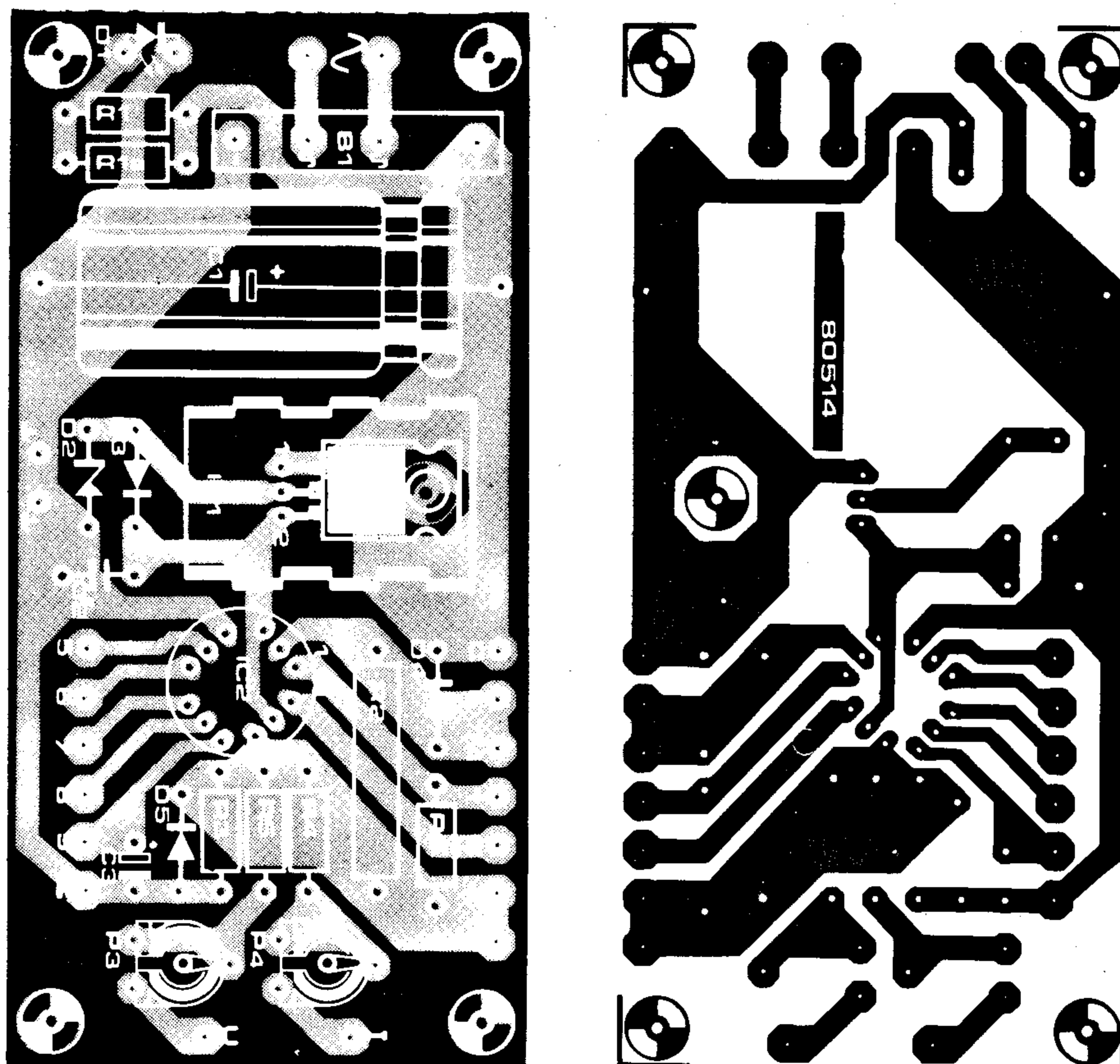


Figura 5. Circuito impreso y disposición de componentes de la alimentación de precisión.

6

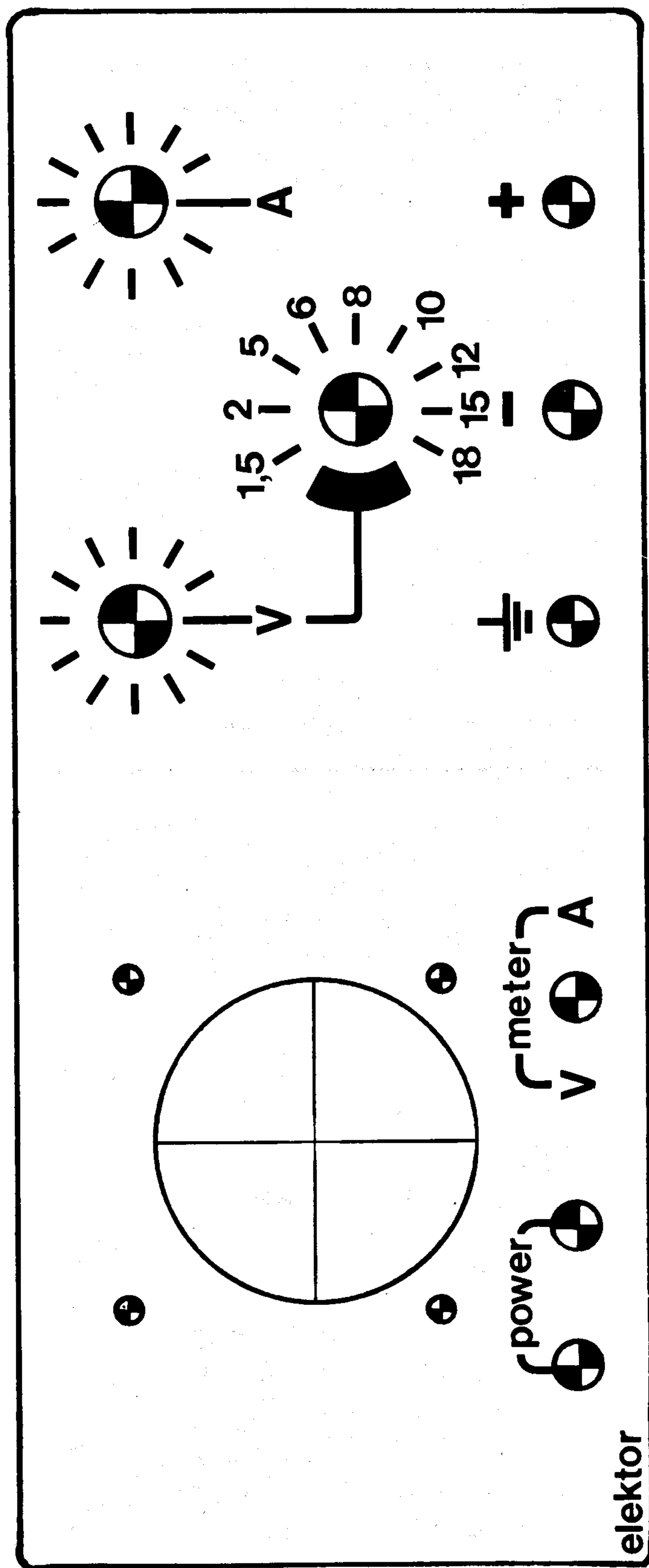


Figura 6. Panel frontal que proponemos para la fuente de alimentación de precisión.

7

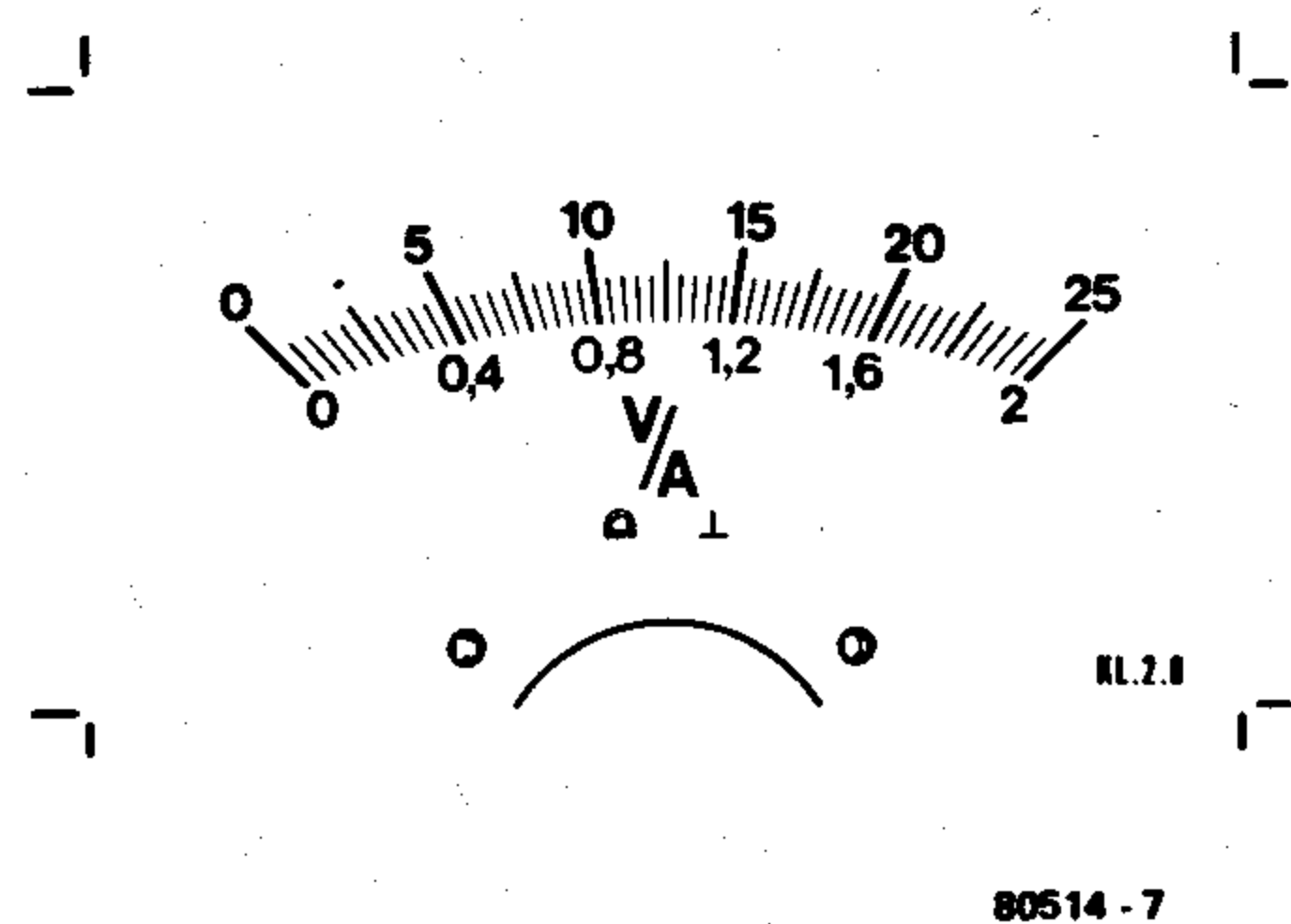


Figura 7. Escala del instrumento de medida de cuadro móvil.

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 P1 en sentido anti-horario y se llevará S3 a la posición 10V. Con una resistencia de carga de 10 ohmios/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.

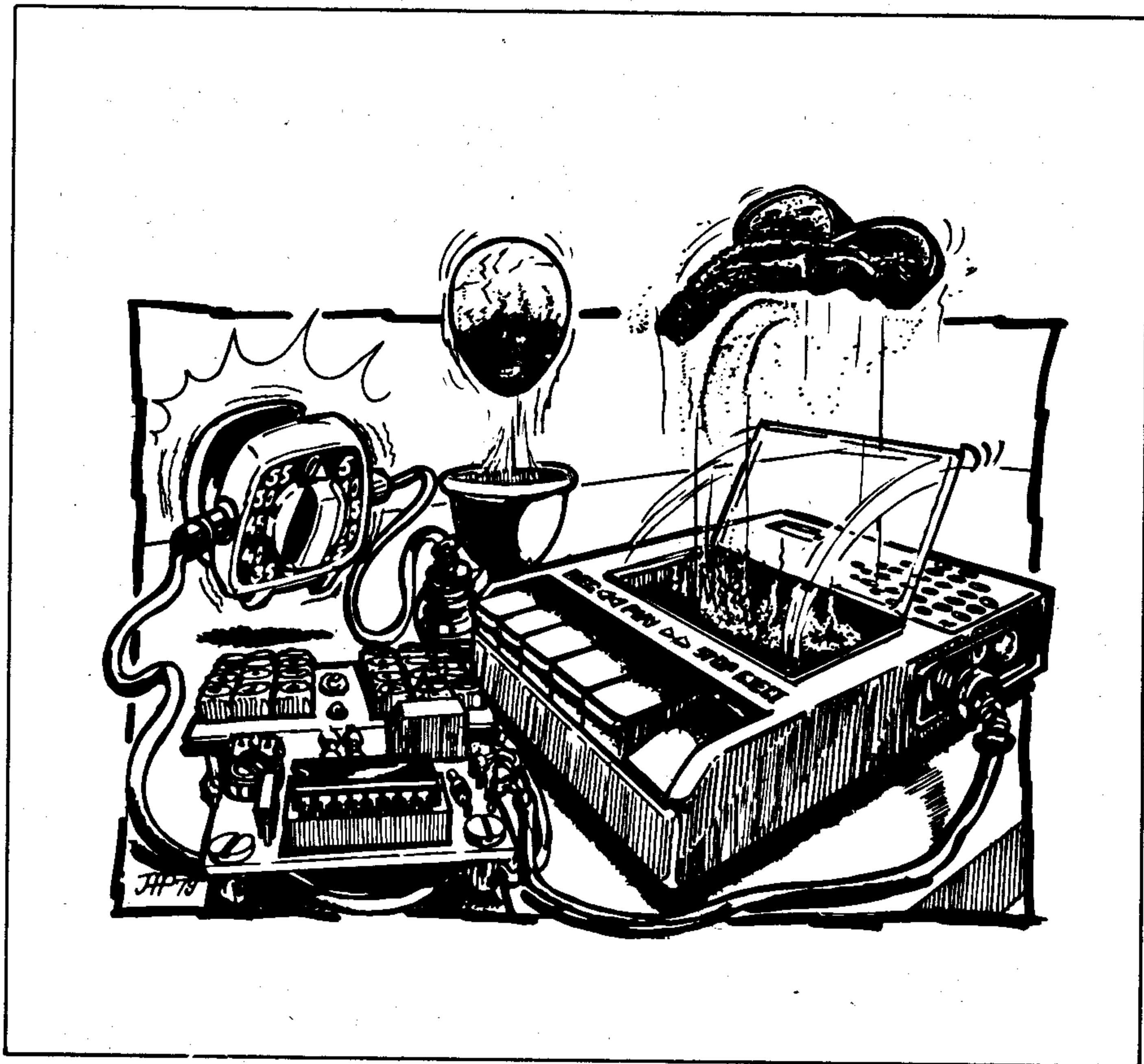
Una vez realizadas todas estas comprobaciones con éxito, el módulo está completo y a punto para su utilización. Si así se desea, puede montarse en una caja.

# 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 (citamos 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 microprocesador 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.

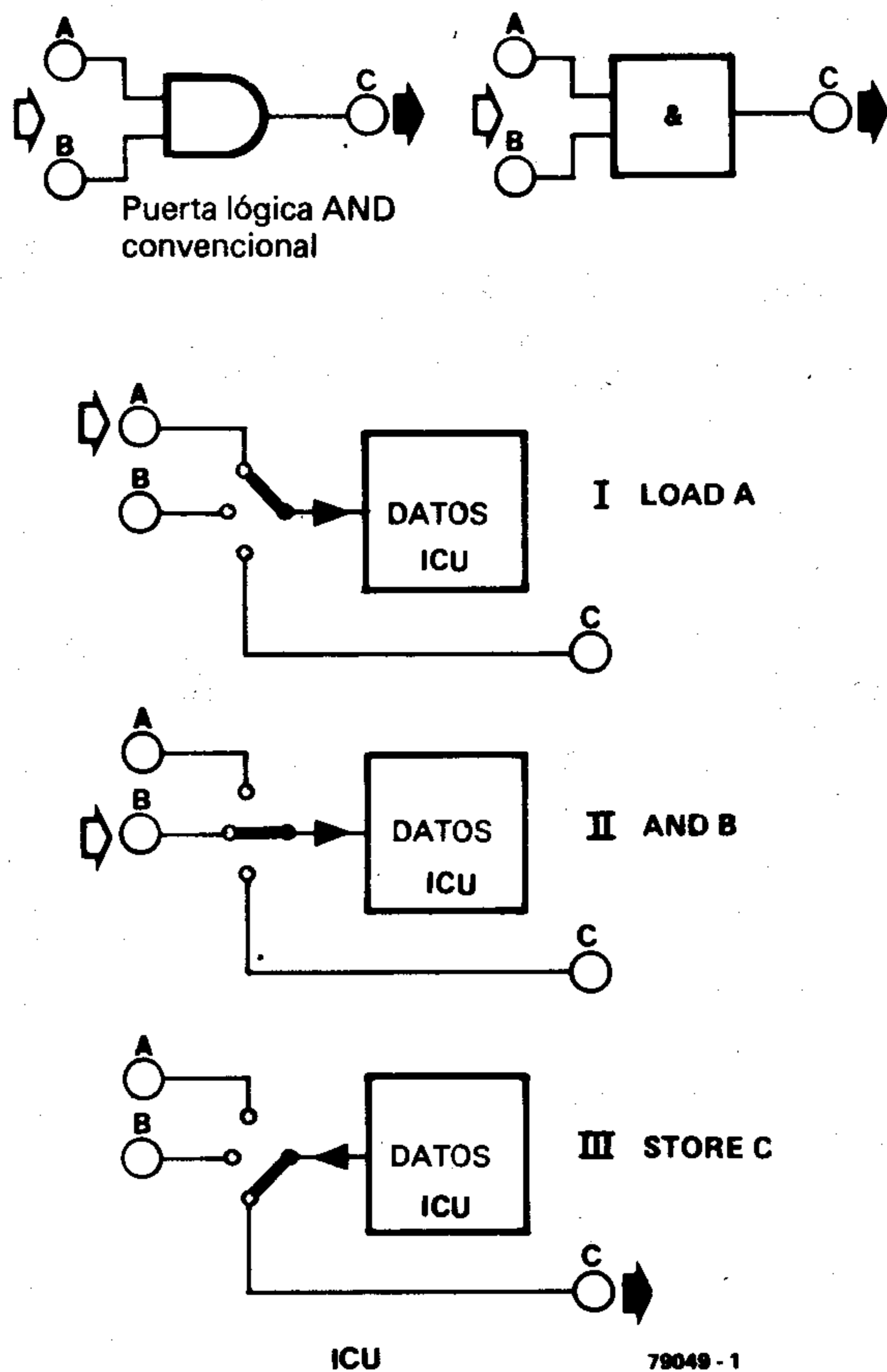
### Características generales

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

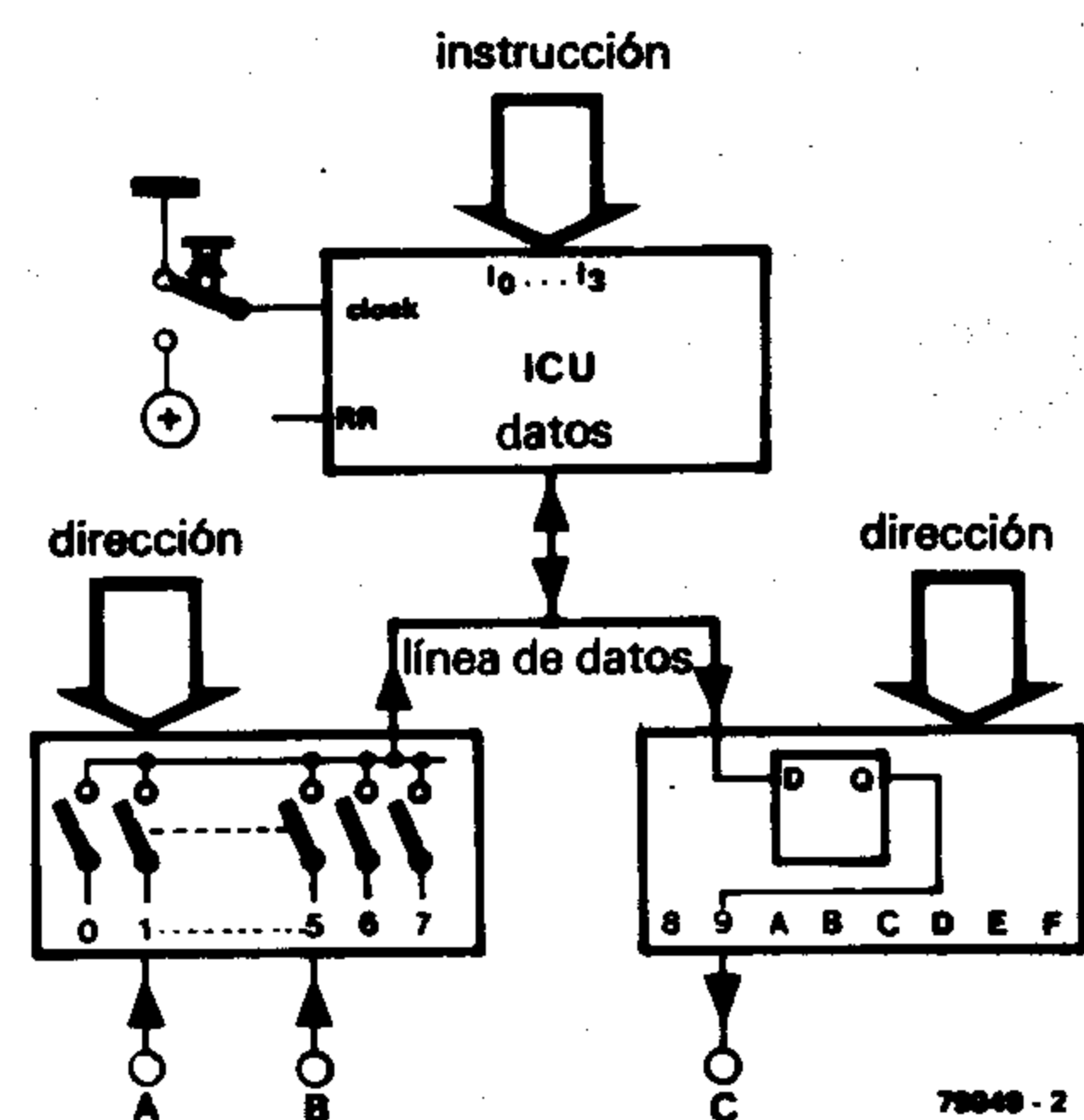


Figura 1. Esta figura ilustra la diferencia existente entre la lógica cableada y la lógica programada. La muestra lógica convencional realiza la función deseada con una sola operación mientras que el ICU realiza tres operaciones distintas para realizar la misma función.

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. D → RR          |
| #3 0011             | AND              | Función AND lógica. RR · D → R                      |
| #4 0100             | ANDC             | Función AND lógica con el complemento. RR · D → R   |
| #5 0101             | OR               | Función OR lógica. RR + D → RR                      |
| #6 0110             | ORC              | Función OR lógica con el complemento. RR + 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 ←                          |
| #E 1110             | SKZ              | Pasar a la instrucción siguiente si RR = 0          |
| #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 operación 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).

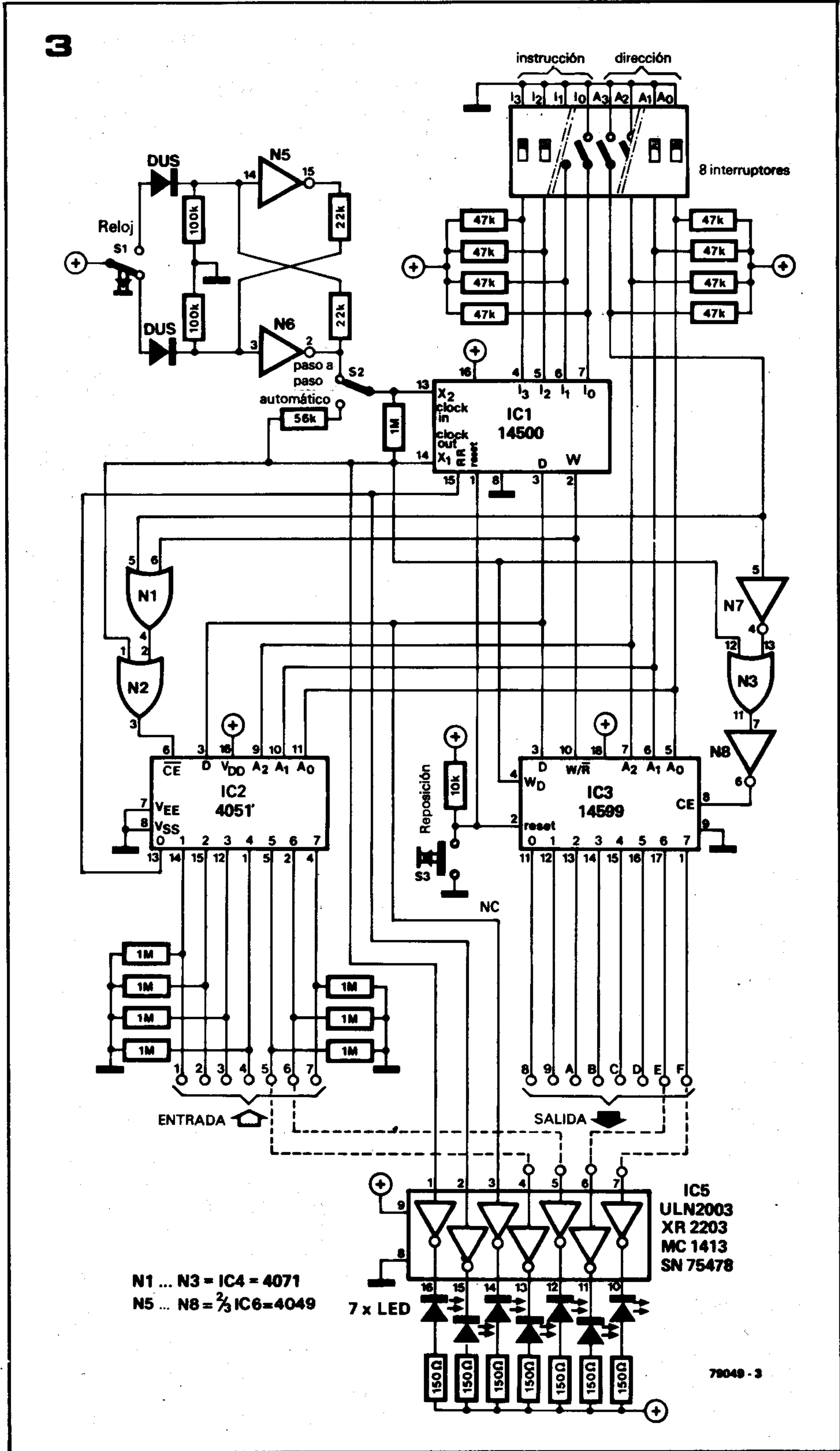
El ICU se basa, al igual que un microprocesador clásico, en el concepto de un programa memorizado. Las instrucciones que debe ejecutar el ICU se memorizan en la memoria del sistema en forma secuencial. Además de los códigos de operación, la memoria debe contener las direcciones de los datos que deben 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 se 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.



### 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 conti-

nuación 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

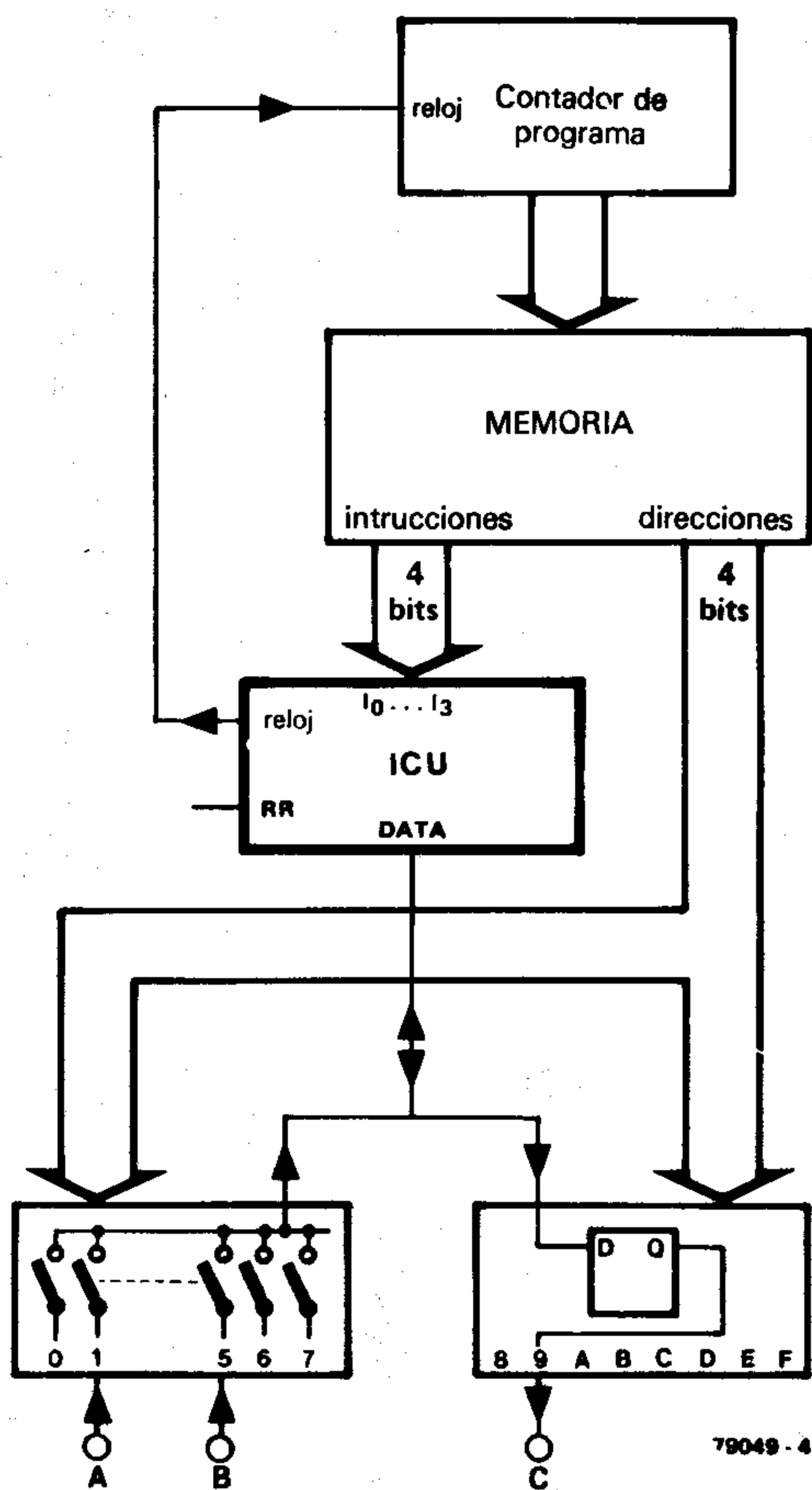


Figura 3. Esquema práctico de un pequeño sistema basado en el ICU. Los impulsos de reloj son generados manualmente. Las instrucciones que deben ser ejecutadas y las direcciones de los datos se introducen mediante interruptores DIL. El sistema tiene siete entradas (la octava está conectada al Registro 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.

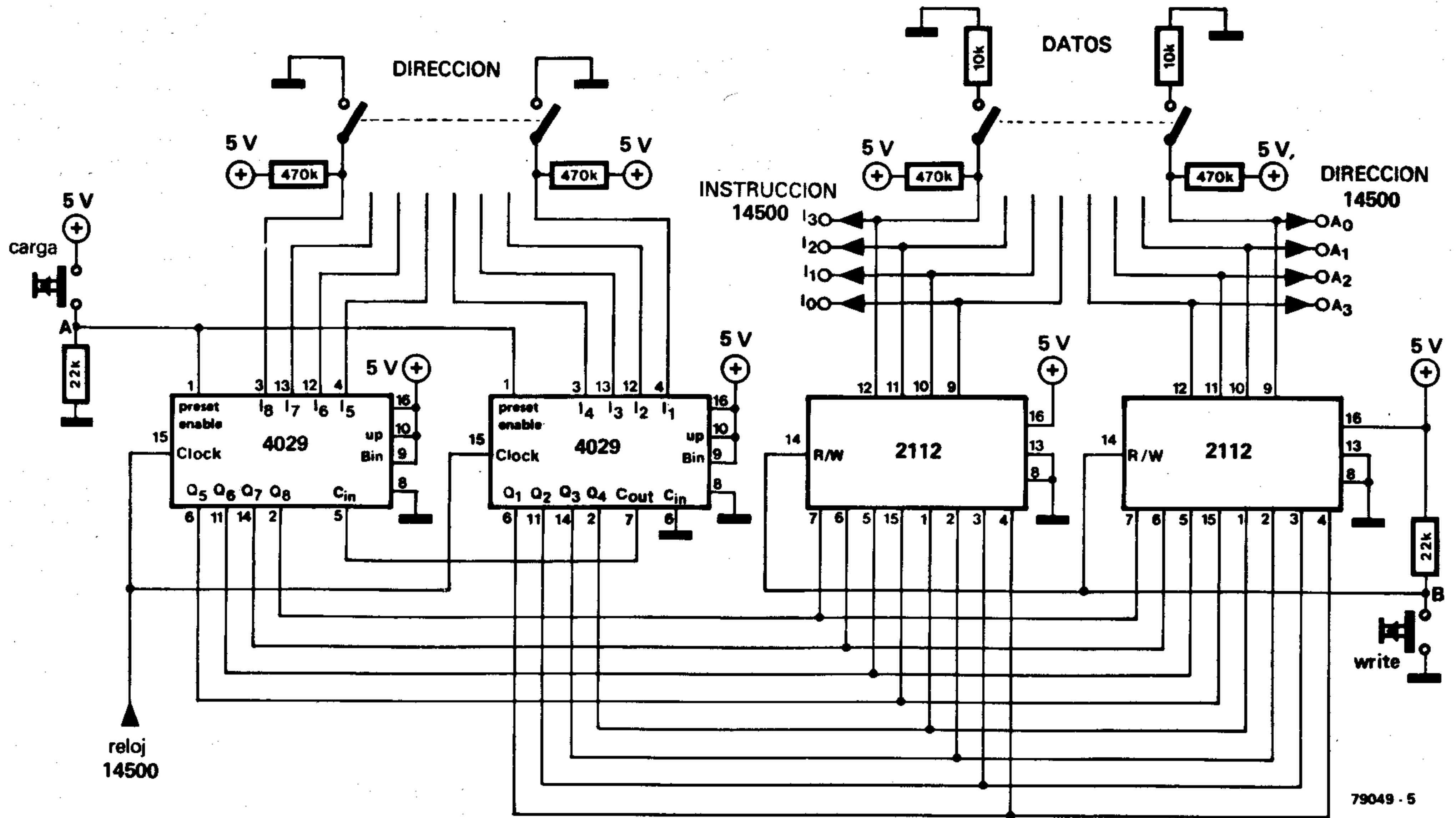
Tabla 2. En esta tabla se indican los estados de los indicadores LED en cada etapa del programa AND. Para aumentar la claridad de la secuencia se indica también lo que se obtiene con cada nivel de la señal de reloj (alto y bajo).

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 resultado en C |
|             |        |      | 1           | 1               | 1  | X         | X         | 1        |                             |

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: 0001, 0101 y 1001. El interruptor DIL debe colocarse, por tanto, como sigue:

1) 0001 0001, después de lo cual se aplica un impulso de reloj (el dato se transfiere a RR).

2) 0011 0101, después de lo cual se aplica un impulso de reloj ( $A \cdot B = C$ ).

3) 1000 1001, 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 0001; 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 0001 (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 reloj (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 almacena-

rá en el registro de resultados un 1, encendiéndose el LED correspondiente.

— Ahora puede programarse en el interruptor DIL la segunda instrucción, (0011=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  $1 \cdot 1 = 1$  el registro contendrá un 1.

— La tercera instrucción difiere ligeramente de las dos primeras. Una vez que el código de operación de la instrucción (1000 = 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.

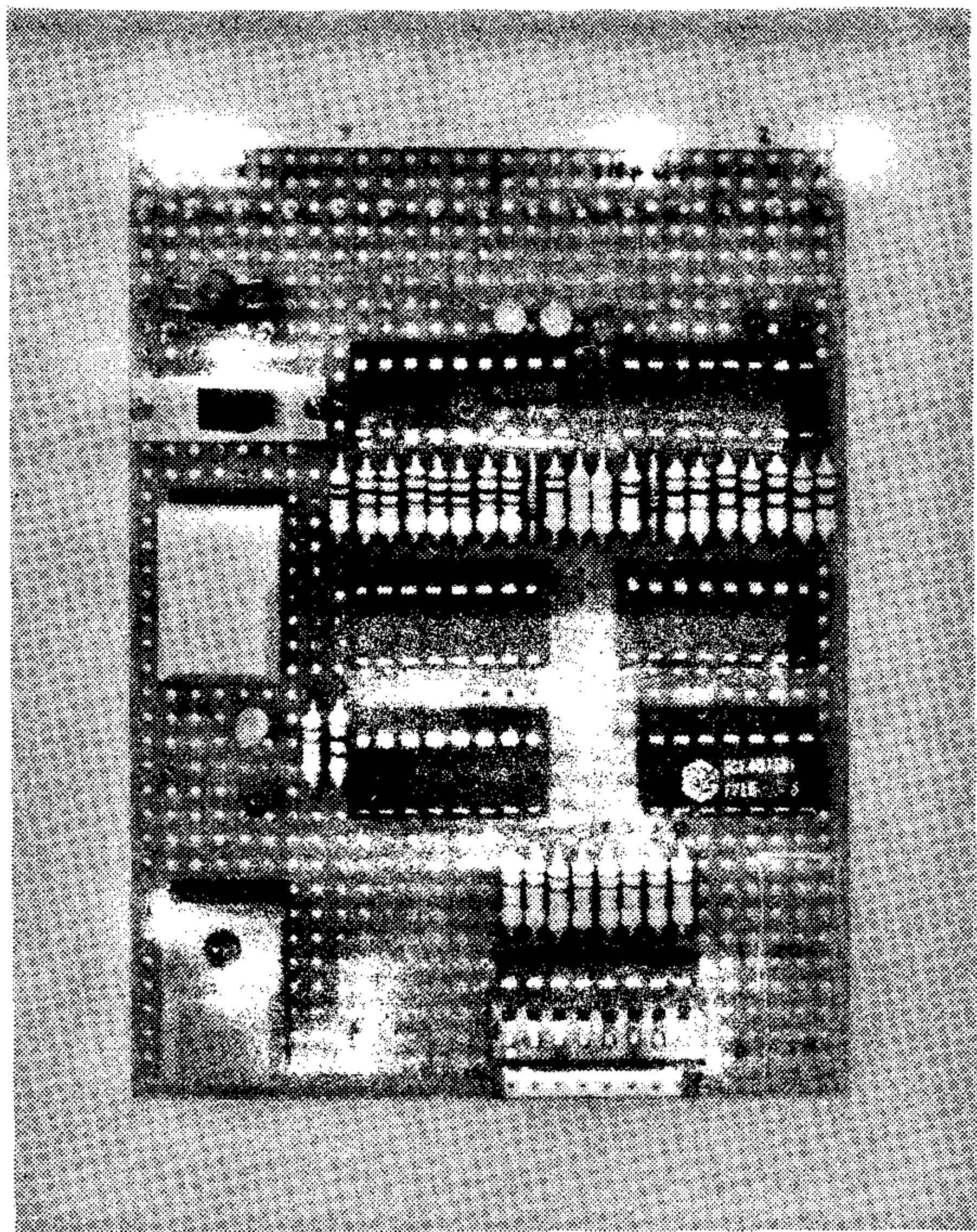
En la tabla 2 podemos ver el estado de los

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.



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 000 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.

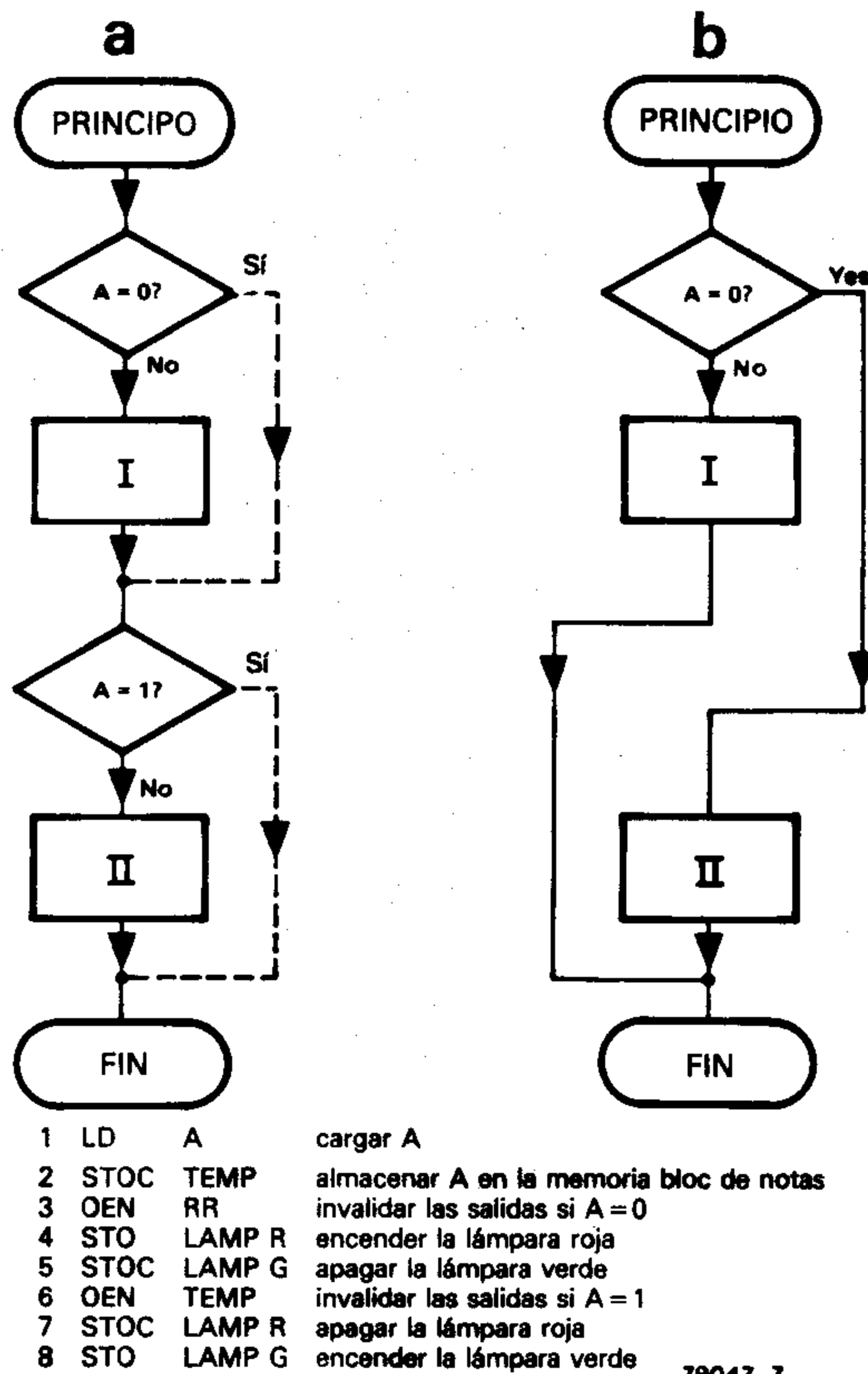
Una vez memorizadas todas las instrucciones se puede «lanzar» el programa colocando el interruptor S2 en la posición ejecución. Si se quiere, también puede ejecutarse el programa instrucción por instrucción simplemente generando manualmente los impulsos de reloj, lo cual permite verificar el estado del programa por medio de los

**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.**

6



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 005. 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 0000 0001) 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.

### 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 | almacenar 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.º 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 compro-

bación 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 almacenar 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 0 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

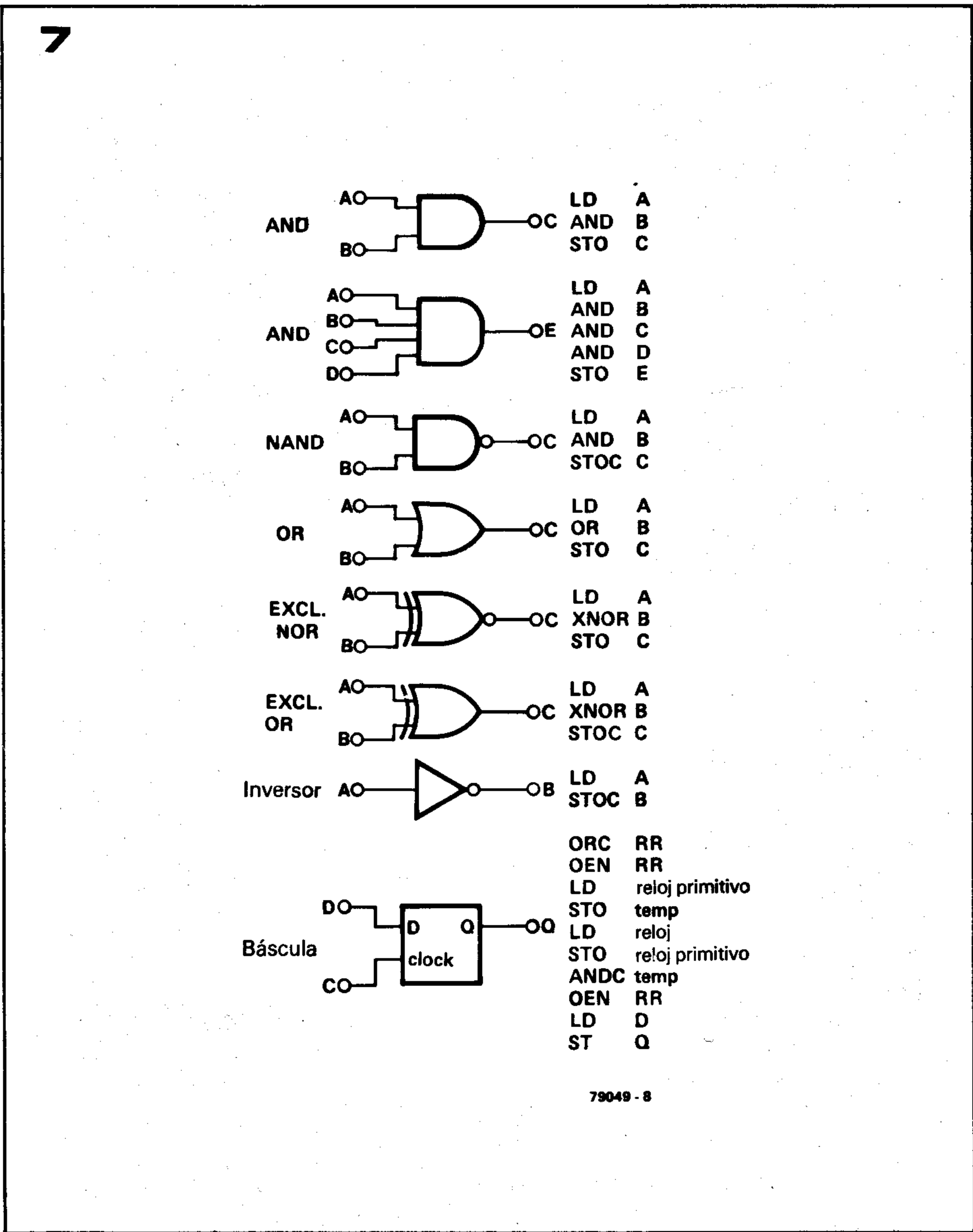
Esta instrucción es parecida a la anterior, el ICU sitúa el dato presente en la línea de datos en su registro de validación de la salida (Output ENabling register) si este registro es cargado con un 0 lógico, la señal de escritura procedente del ICU se inhibe dejando fuera de servicio el dispositivo 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 cargue 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.



registro de Resultados es el contenido inicial 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 uni-

dad. 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:

$$\begin{array}{l}
 0+0=0 \\
 1+0=1 \\
 0+1=1 \text{ en este caso se} \\
 1+1=0 \text{ genera un acarreo.}
 \end{array}$$

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 con-

dición 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:

$$S_n = B_n + C_n; C_{n+1} = \overline{S_n} \cdot B_n$$

En donde S representa la suma, B el bit, C el acarreo y en donde N puede variar de 1 a 7).

Así:

$$\begin{array}{r}
 \text{Bit 1} \quad \langle 1 \rangle \\
 + \text{acarreo 1} \quad \langle 1 \rangle \\
 \hline
 \text{Suma 1} \quad \langle 0 \rangle
 \end{array}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Acarreo 2} &= \overline{\text{Suma 1}} \cdot \text{Bit 1} \\
 &= \langle 0 \rangle \cdot \langle 1 \rangle \\
 &= \langle 1 \rangle \cdot \langle 1 \rangle \\
 &= \langle 1 \rangle
 \end{aligned}$$

En la figura 7 se dan algunos programas cortos que permiten simular con el ICU algunas funciones lógicas clásicas.

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. Lo 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

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 polariza-

# 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 simultáneo permite determinar si el transistor es defectuoso o no.

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

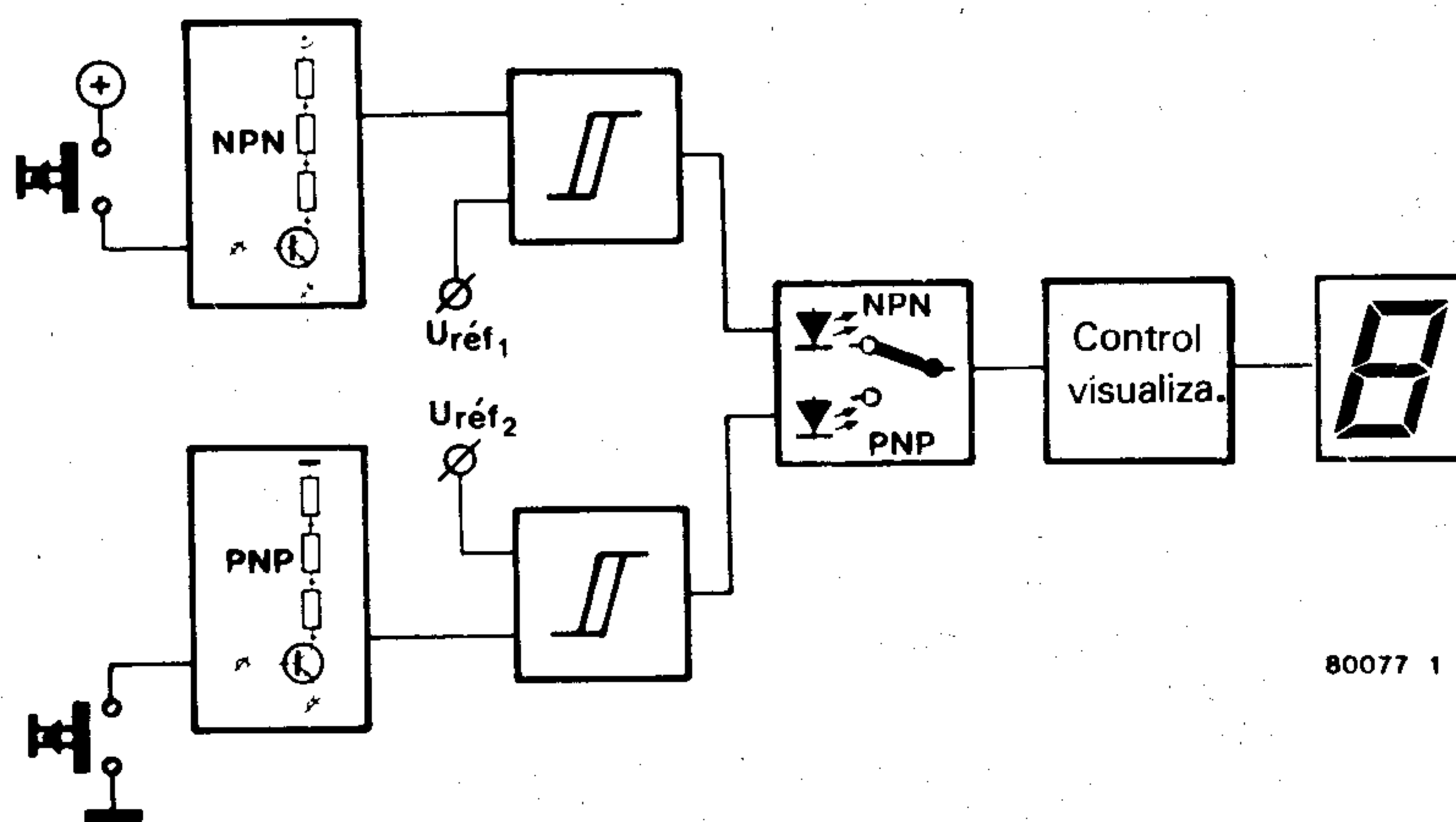
En la figura 1 se da el esquema sinóptico del comprobador de transistores. Como puede verse, el principio del circuito es muy

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).

## El circuito

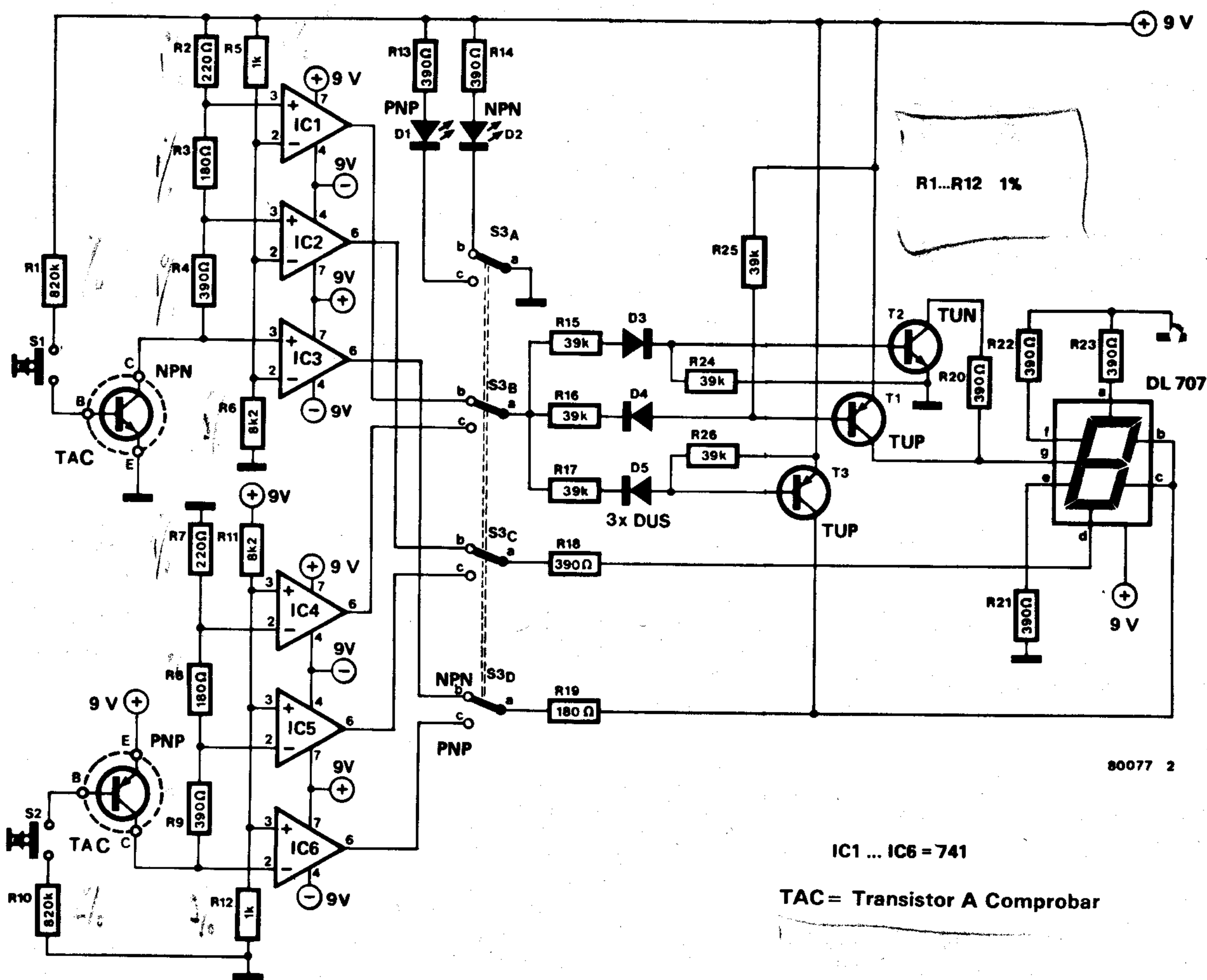
En la figura 2 se da el circuito completo y en la figura 3 puede verse una foto del circuito impreso y de la disposición de los componentes. Los disparadores Schmitt representados en el esquema sinóptico son en realidad 3 amplificadores operacionales utilizados como comparadores. La mitad superior del 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



80077 1

Figura 1. Esquema sinóptico del comprobador de transistores.



80077 2

IC1 ... IC6 = 741

TAC = Transistor A Comprobar

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  $10 \mu\text{A}$ , se tendrá una corriente de colector de 4 mA. La caída de tensión en bornas de la resistencia de colector R4 ( $390 \Omega$ ) será por tanto 1,56V. Análogamente en bornas de la resistencia de colector R2 ( $220 \Omega$ ) y R3 ( $180 \Omega$ ) 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 amplificadores operacionales. Las entradas inversoras están todas al mismo potencial. La tensión de colector de transistor que se comprueba es:

$$9 - 3,16 = 5,84\text{V}$$

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.

$$\left(9 \times \frac{8,2 \times 10^3}{8,2 \times 10^3 + 1 \times 10^3}\right) = 8,02$$

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 ánodo 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

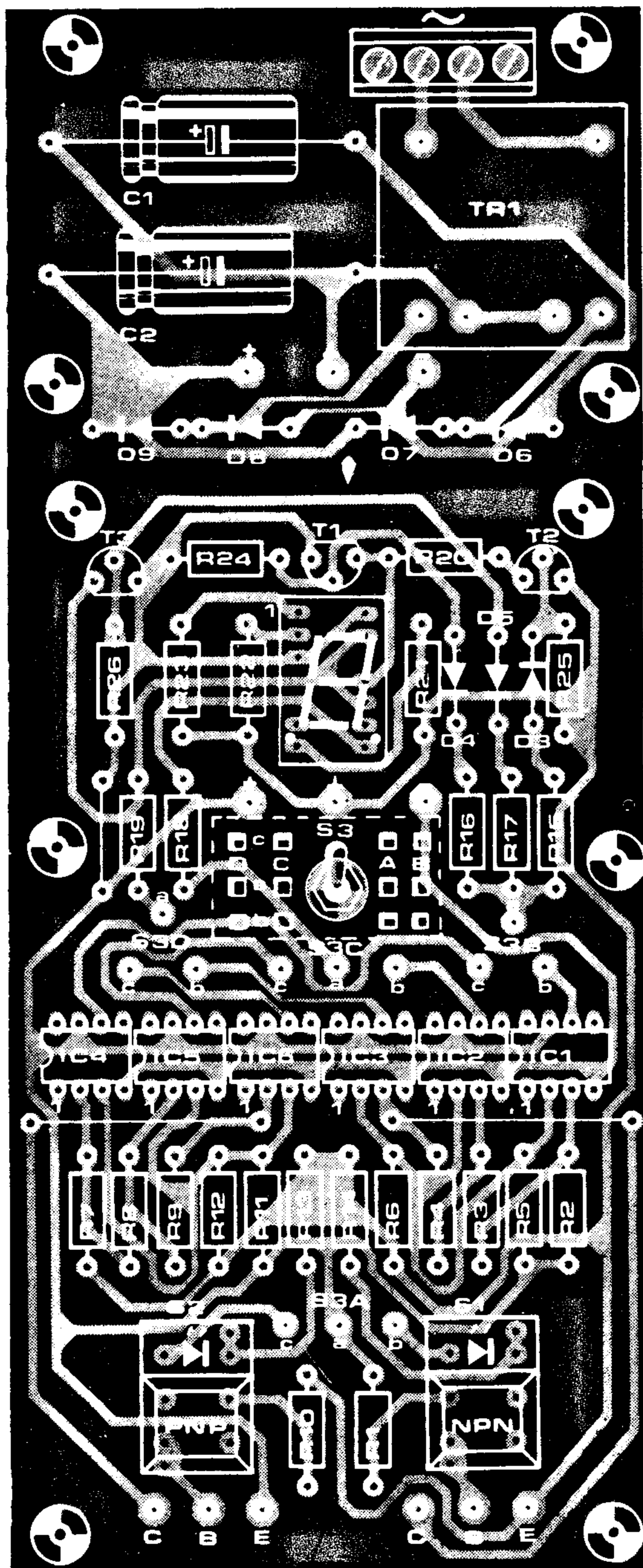
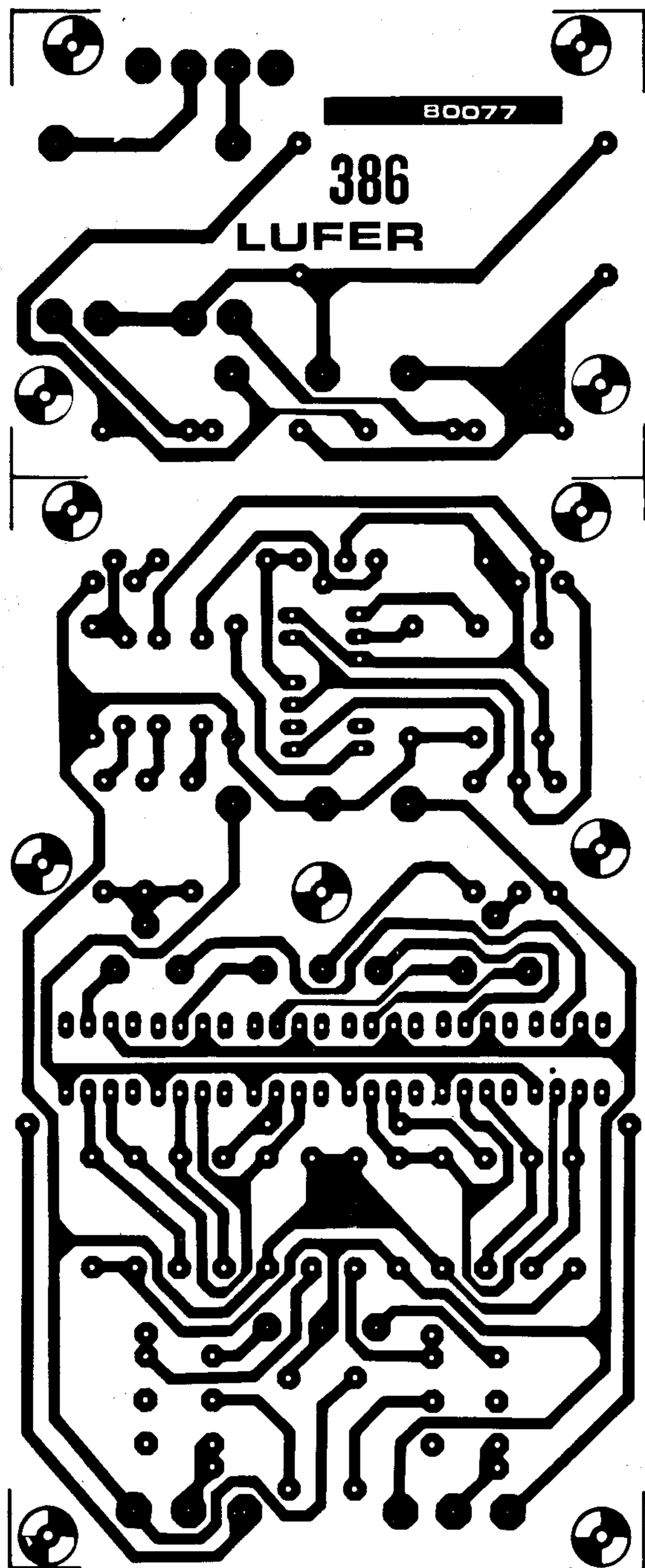


Figura 3. Circuito impreso y disposición de los componentes.

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.

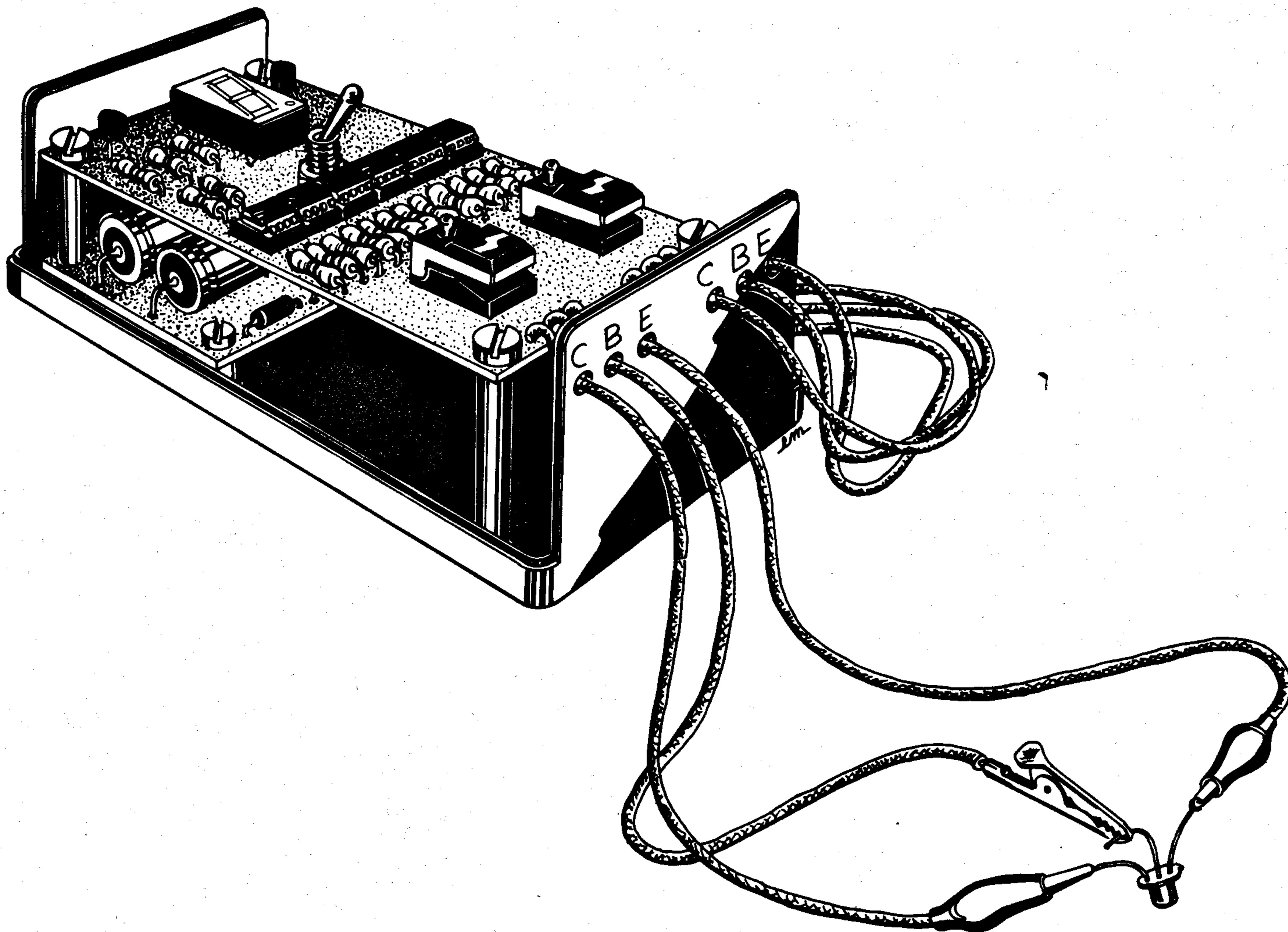


Figura 4. Montaje del comprobador de transistores en una caja.

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 salidas 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 utili-

zamos 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».

# ASCII keyboard

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.

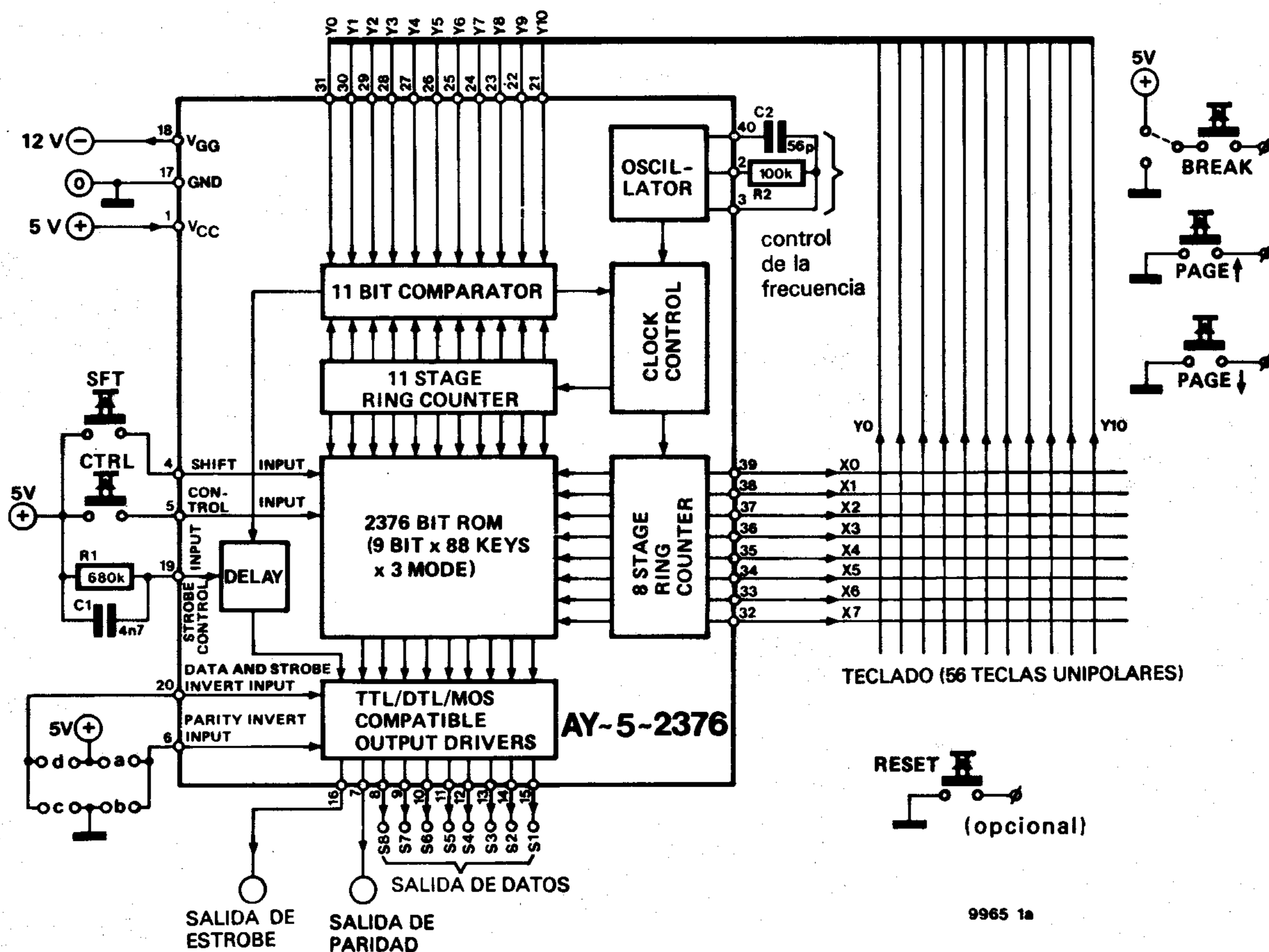
Como su nombre indica, un teclado alfanumérico está formado por caracteres alfabéticos y por cifras (decimales), así como por los signos usuales de puntuación. Es evidente que para que el teclado pueda «dialogar» con el ordenador es preciso que ambos utilicen el mismo lenguaje. Por esta razón se han 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-

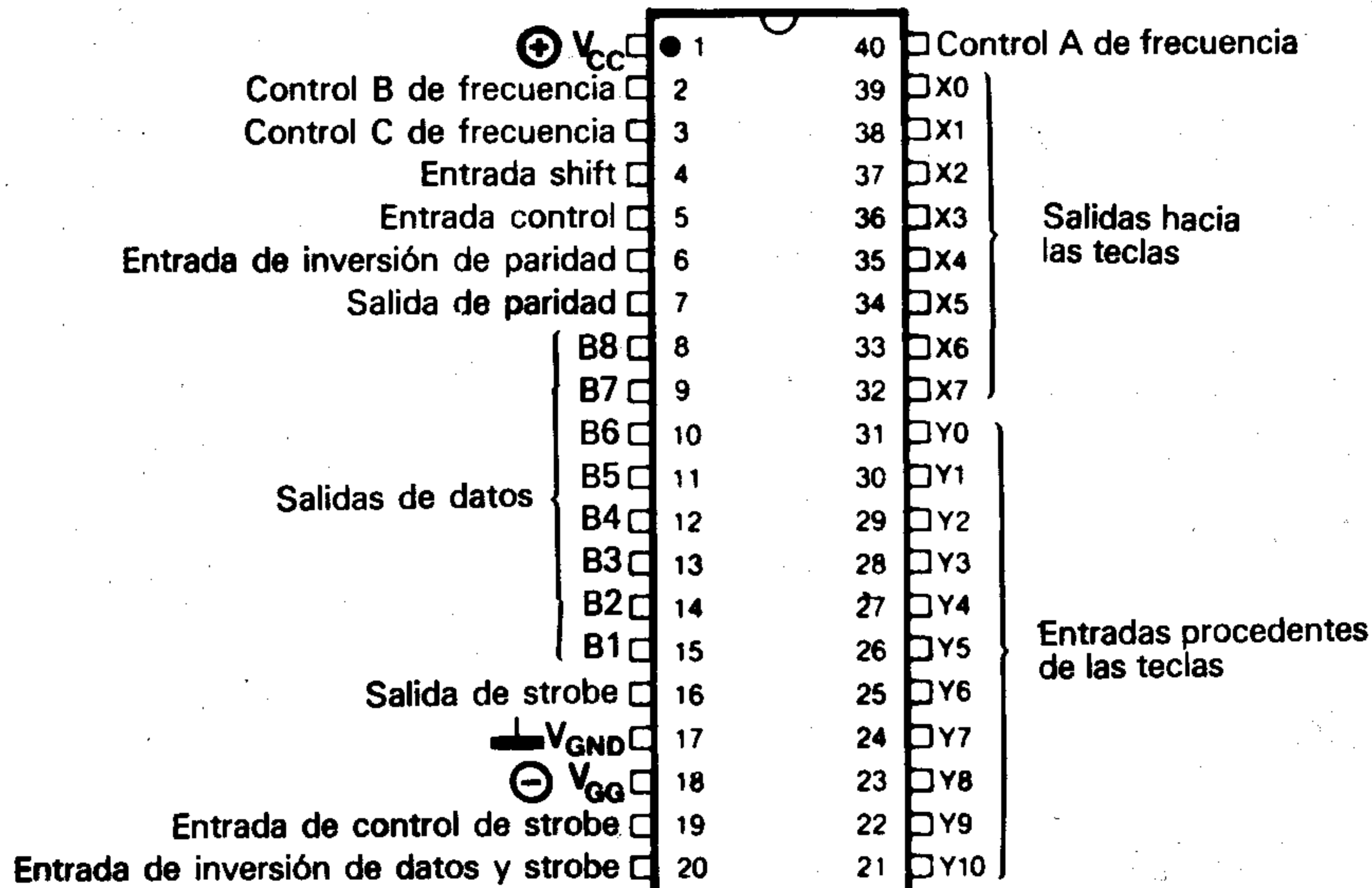
1a



1b

### AY-5-2376

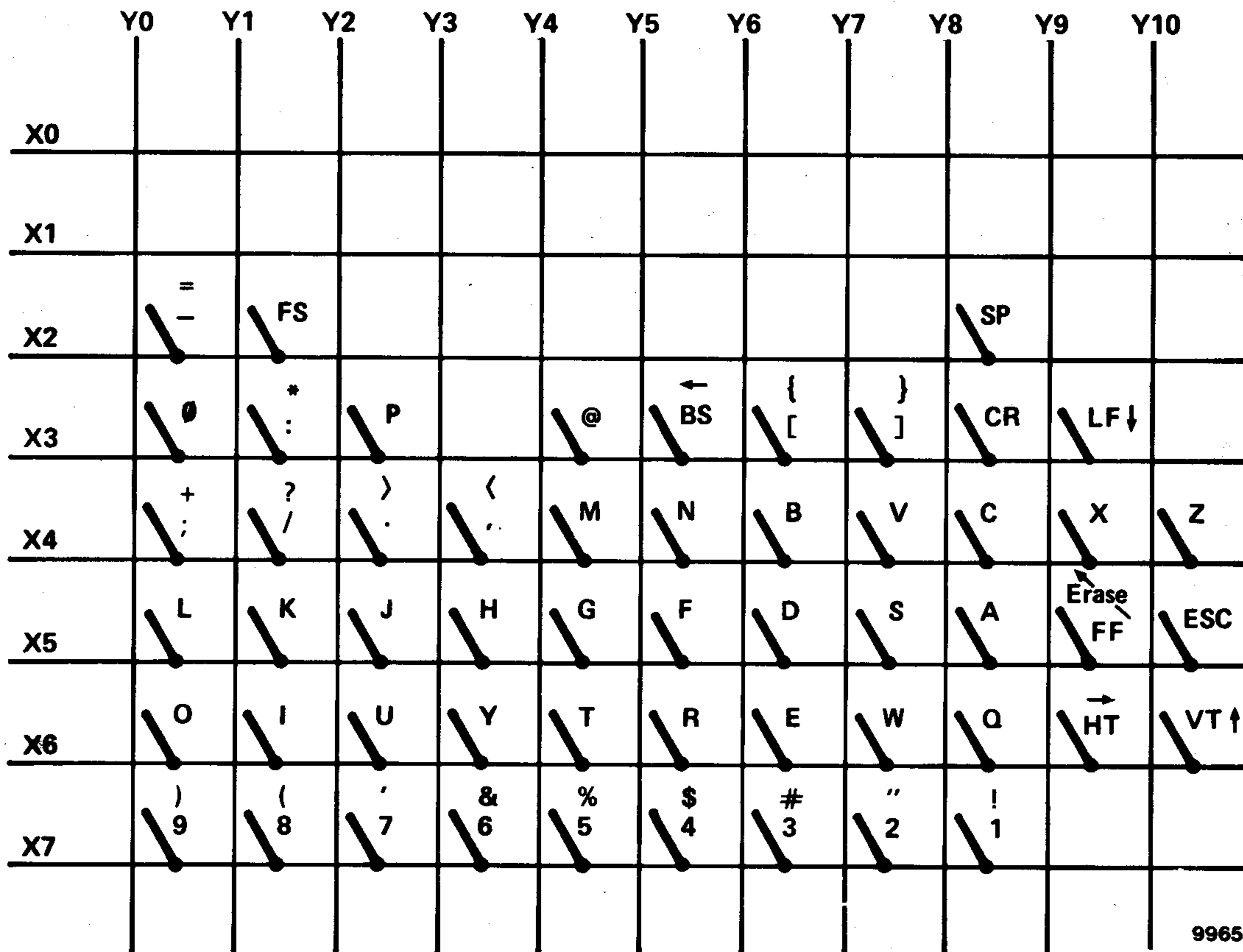
Vista superior



9965 - 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



9965 2

**Lista de componentes:****Resistencias:**

R1 = 680 k  
R2 = 100 k

**Condensadores:**

C1 = 4n7  
C2 = 56 p

**Semiconductores:**

IC1 = AY-5-2376 (General Instru-  
ments)

**Varios:**

62 teclas (TKC tipo MM9 - 2)

B

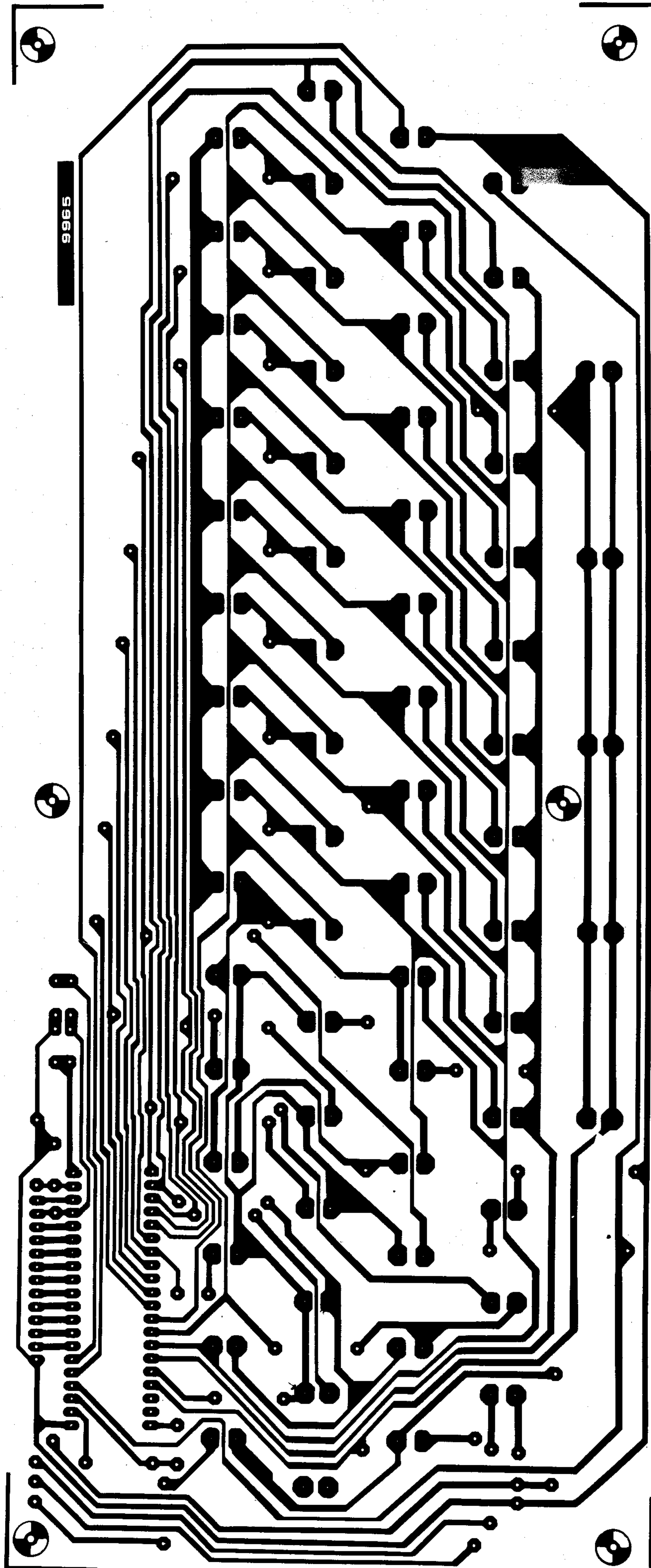
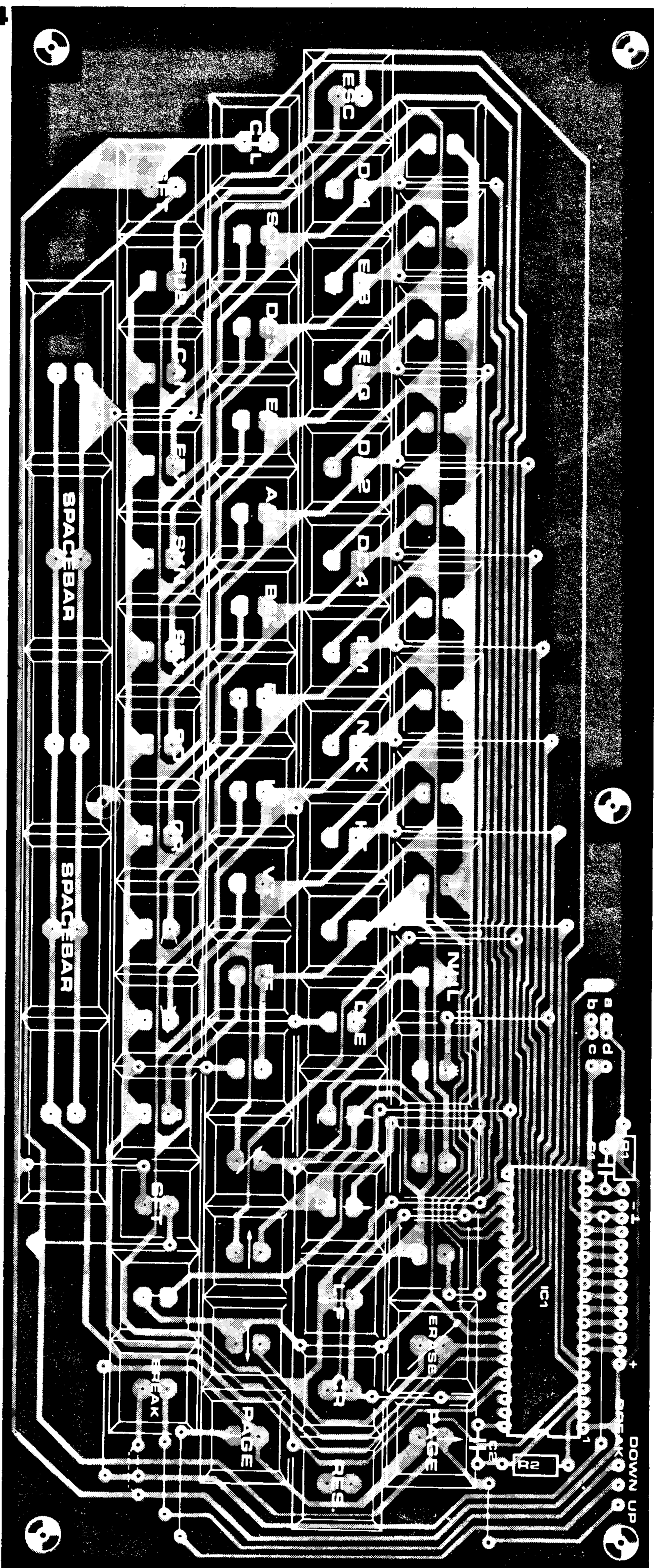


Figura 3. Circuito impreso del teclado ASCII (EPS 9965).

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.*

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 estandar 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 estrobo 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, incluidas 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                 | ^        | 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 Elektor terminal 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 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|    | S: shift   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|    | N: normal  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| x0 | C          | NUL | SOH | STX | ETX | EOT | ENQ | ACK | BEL | DC1 | DLE | SI  |
|    | S          | NUL | SOH | STX | ETX | EOT | ENQ | ACK | BEL | DC1 | @   | ←   |
|    | N          | NUL | SOH | STX | ETX | EOT | ENQ | ACK | BEL | DC1 | P   | O   |
| X1 | C          | DLE | VT  | FF  | SO  | CR  | NAK | SYN | ETB | CAN | EM  | SUB |
|    | S          | DLE | [   | \   | ↑   | ]   | NAK | SYN | ETB | CAN | EM  | SUB |
|    | N          | DLE | K   | L   | N   | M   | NAK | SYN | ETB | CAN | EM  | SUB |
| X2 | C          |     | FS  | GS  | RS  | US  |     |     |     | SP  |     | US  |
|    | S          | =   | FS  | GS  | RS  | US  | <   | >   | ,   | SP  | .   | ←   |
|    | N          | -   | FS  | GS  | RS  | US  | <   | >   | ,   | SP  | .   | ←   |
| X3 | C          |     |     | DLE | US  |     | BS  | ESC | GS  | CR  | LF  | RUB |
|    | S          |     | *   | P   | DEL |     | BS  | {   | }   | CR  | LF  | OUT |
|    | N          | 0   | :   | p   | ←   | @   | BS  | [   | ]   | CR  | LF  |     |
| X4 | C          |     |     |     |     | CR  | SO  | STX | SYN | ETX | CAN | SUB |
|    | S          | +   | ?>  | >   | <   | M   | N   | B   | V   | C   | X   | Z   |
|    | N          | ;   | /   | .   | ,   | m   | n   | b   | v   | c   | x   | z   |
| x5 | C          | FF  | VT  | LF  | BS  | BEL | ACK | EOT | DC3 | SOH | FF  | ESC |
|    | S          | L   | K   | J   | H   | G   | F   | D   | S   | A   | FF  | ESC |
|    | N          | l   | k   | j   | h   | g   | f   | d   | s   | a   | FF  | ESC |
| X6 | C          | SI  | HT  | NAK | EM  | DC4 | DC2 | ENQ | ETB | DC1 | HT  | VT  |
|    | S          | O   | I   | U   | Y   | T   | R   | E   | W   | Q   | HT  | VT  |
|    | N          | o   | i   | u   | y   | t   | r   | e   | w   | q   | HT  | VT  |
| X7 | C          |     |     |     |     |     |     |     |     |     | RS  | FS  |
|    | S          | )   | (   | '   | &   | %   | \$  | =   | "   |     | ESC |     |
|    | N          | 9   | 8   | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | ↑   | \   |

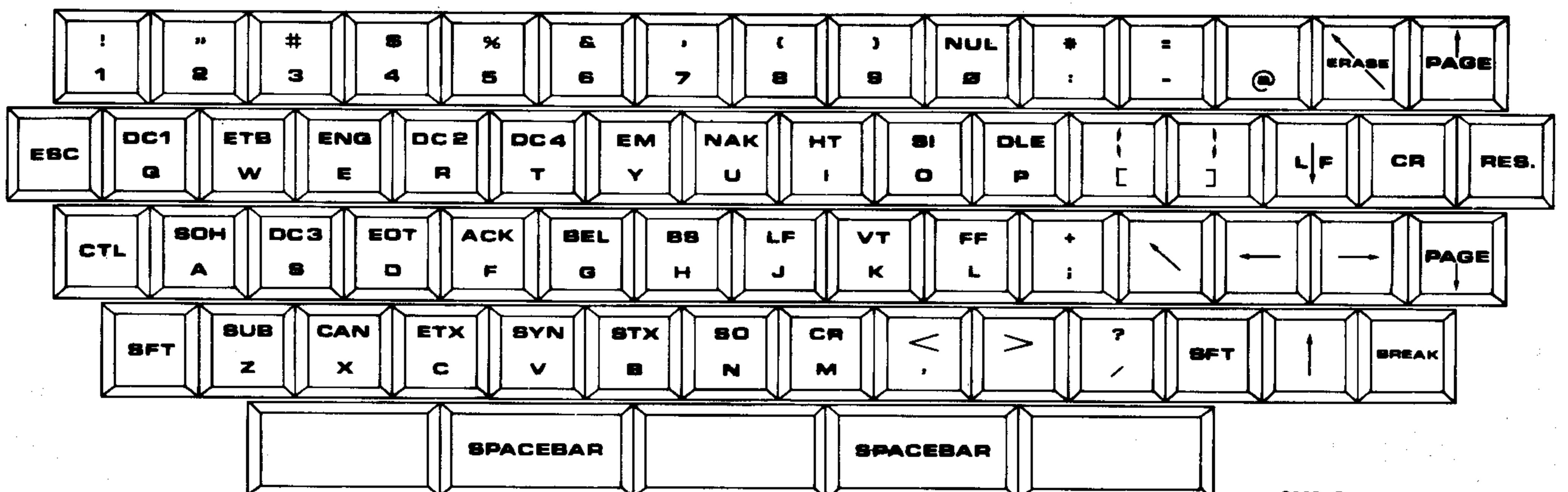
de que quedan bien posicionadas, ya que si no se hace así, las partes superiores de las mismas podrían rozar entre sí, dificultando su pulsación. Para evitar estos problemas, la mejor solución es montarlas fila por fila utilizando una regla o plantilla para mantenerlas en su sitio.

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.

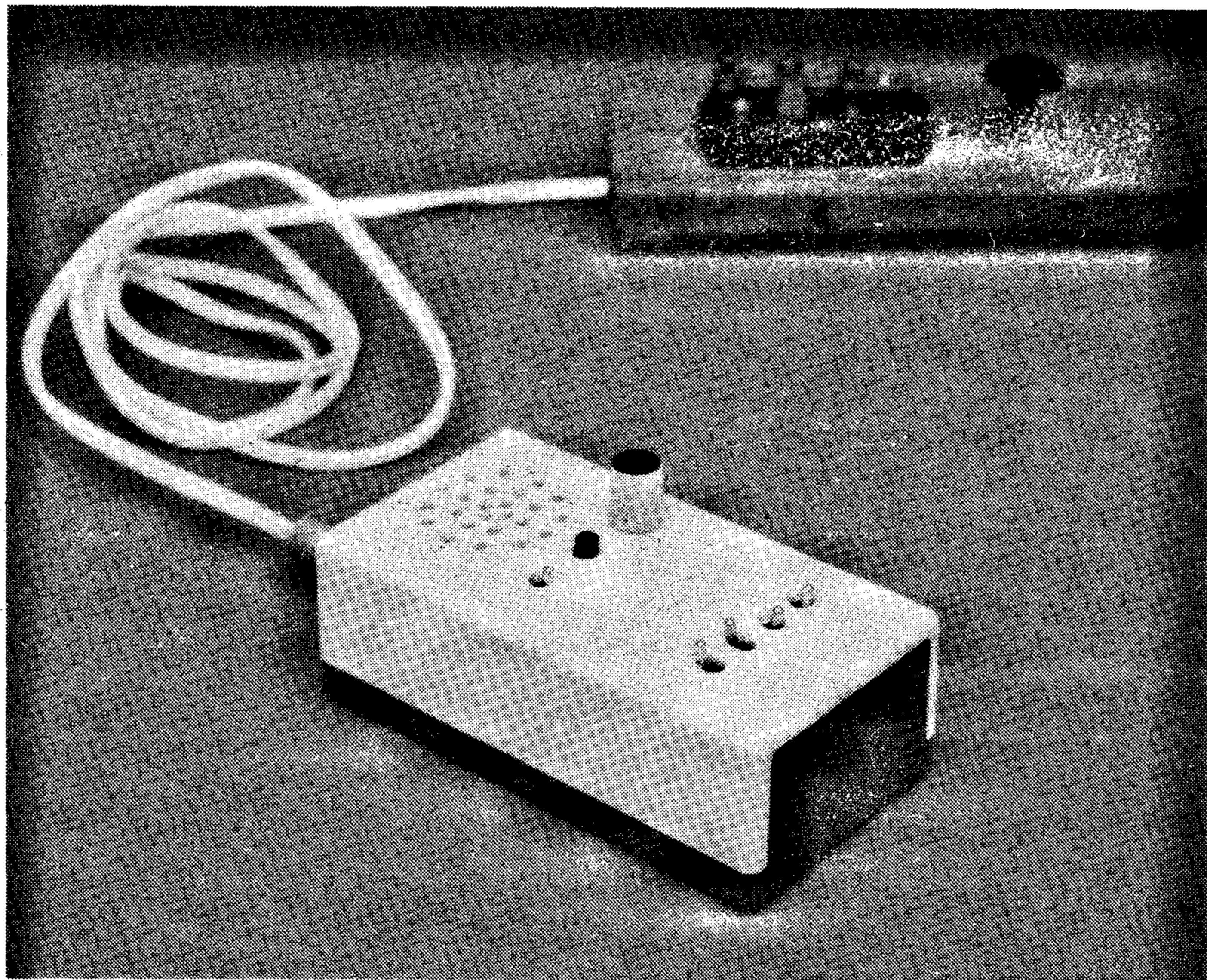
Tabla 3

|               |                              |  |
|---------------|------------------------------|--|
| 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.  |

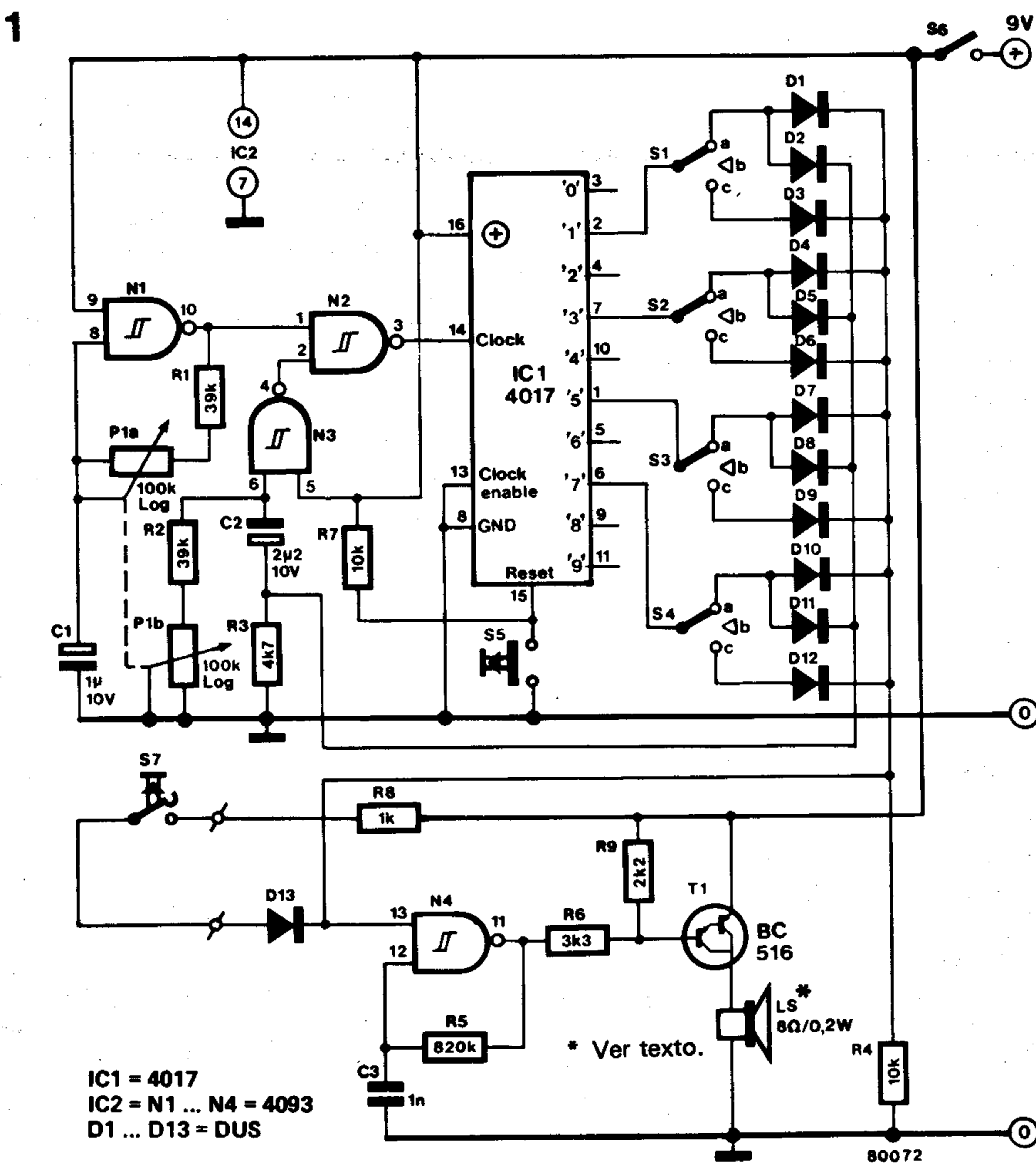
5



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



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-

Figura 1. Circuito del entrenador morse.

2

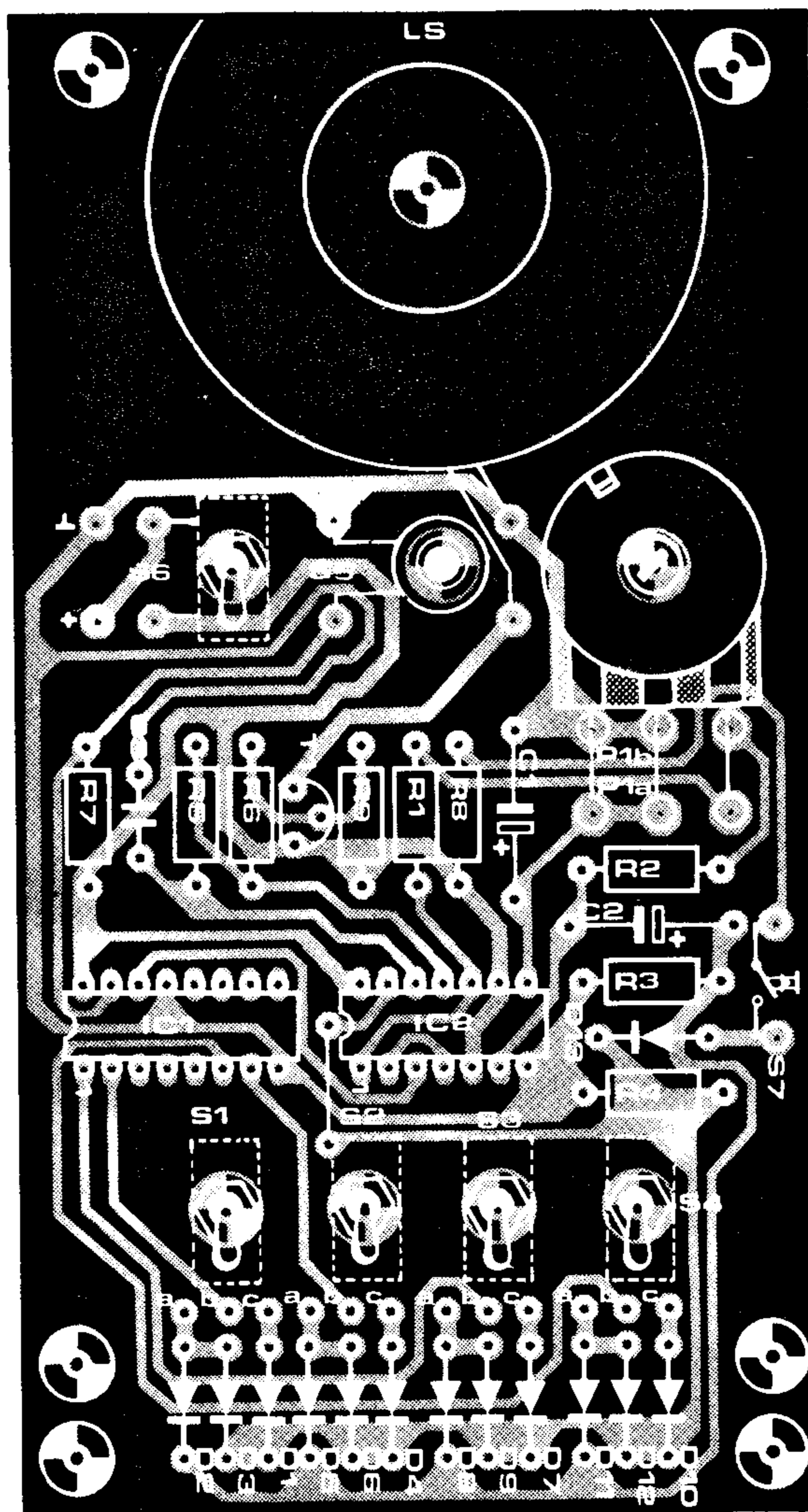
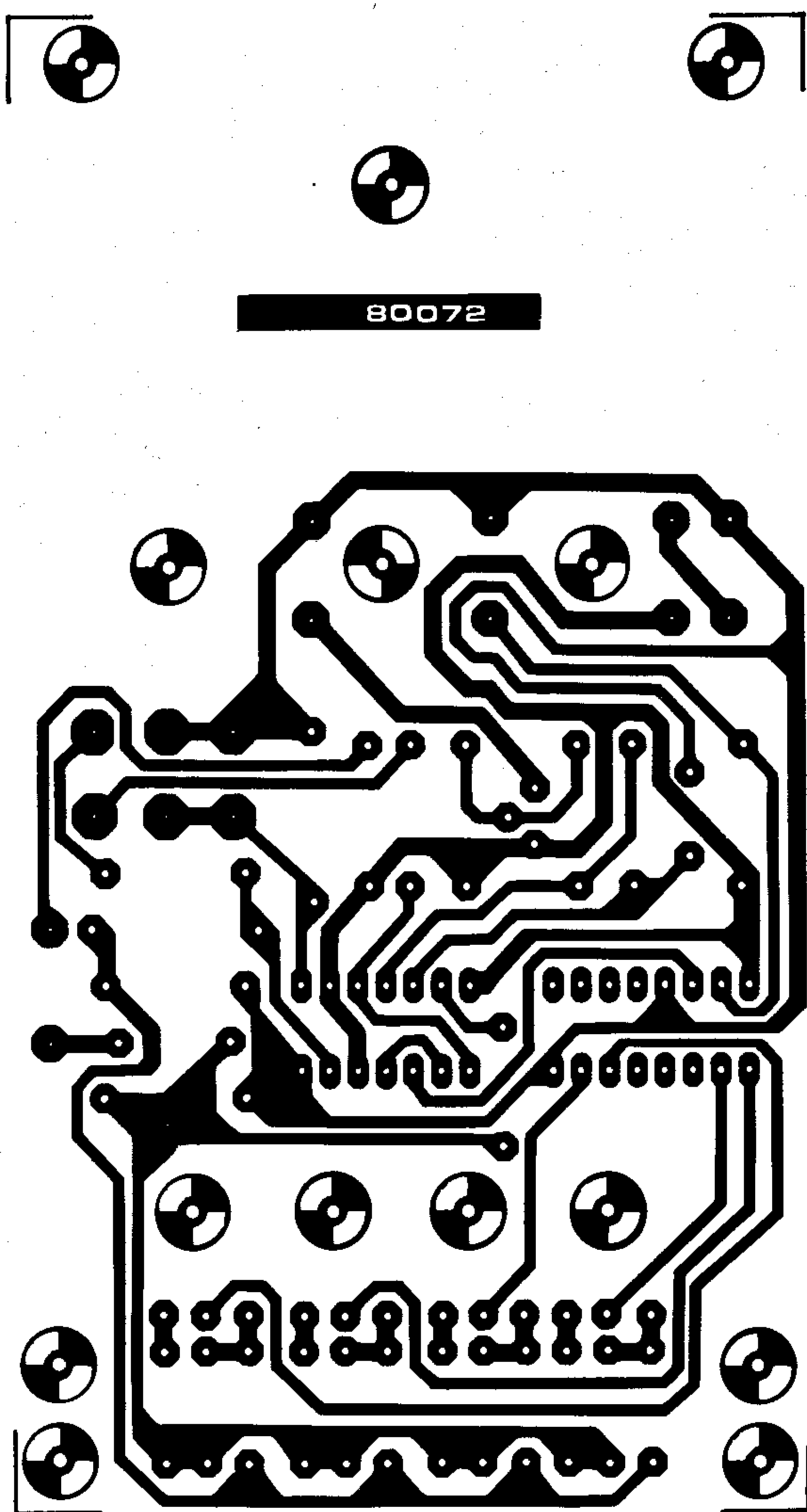


Figura 2. Circuito impreso del entrenador morse.

Tabla 1

| Código morse | Letra | Posición de los interruptores |    |    |    | Código morse | Letra | Posición de los interruptores |    |    |    |
|--------------|-------|-------------------------------|----|----|----|--------------|-------|-------------------------------|----|----|----|
|              |       | S1                            | S2 | S3 | S4 |              |       | S1                            | S2 | S3 | S4 |
| — —          | A     | ↓                             | ↑  | —  | —  | — .          | N     | ↑                             | ↓  | —  | —  |
| — . . .      | B     | ↑                             | ↓  | ↓  | ↓  | — — — —      | O     | ↑                             | ↑  | ↑  | —  |
| — . — . .    | C     | ↑                             | ↓  | ↑  | ↓  | . — — .      | P     | ↓                             | ↑  | ↑  | ↓  |
| — . .        | D     | ↑                             | ↓  | ↓  | —  | — — — . —    | Q     | ↑                             | ↑  | ↓  | ↑  |
| . . . .      | E     | ↓                             | —  | —  | —  | . — .        | R     | ↓                             | ↑  | ↓  | —  |
| . . — .      | F     | ↓                             | ↓  | ↑  | ↓  | . . .        | S     | ↓                             | ↓  | ↓  | —  |
| — — — .      | G     | ↑                             | ↑  | ↓  | —  | —            | T     | ↑                             | —  | —  | —  |
| . . . .      | H     | ↓                             | ↓  | ↓  | ↓  | . . —        | U     | ↓                             | ↓  | ↑  | —  |
| . .          | I     | ↓                             | ↓  | —  | —  | . . — —      | V     | ↓                             | ↓  | ↓  | ↑  |
| . — — — —    | J     | ↓                             | ↑  | ↑  | ↑  | . — — —      | W     | ↓                             | ↑  | ↑  | —  |
| — . — —      | K     | ↑                             | ↓  | ↑  | —  | — . . —      | X     | ↑                             | ↓  | ↓  | ↑  |
| . — . .      | L     | ↓                             | ↑  | ↓  | ↓  | — . — — —    | Y     | ↑                             | ↓  | ↑  | ↑  |
| — —          | M     | ↑                             | ↑  | —  | —  | — — — . .    | Z     | ↑                             | ↑  | ↓  | ↓  |

Tabla 1. Esta tabla muestra la posición de los diversos conmutadores para generar las letras del alfabeto en código morse.

Interrupor hacia arriba.  
 Interrupor hacia abajo.  
 Interrupor 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 di-

mensiones 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.

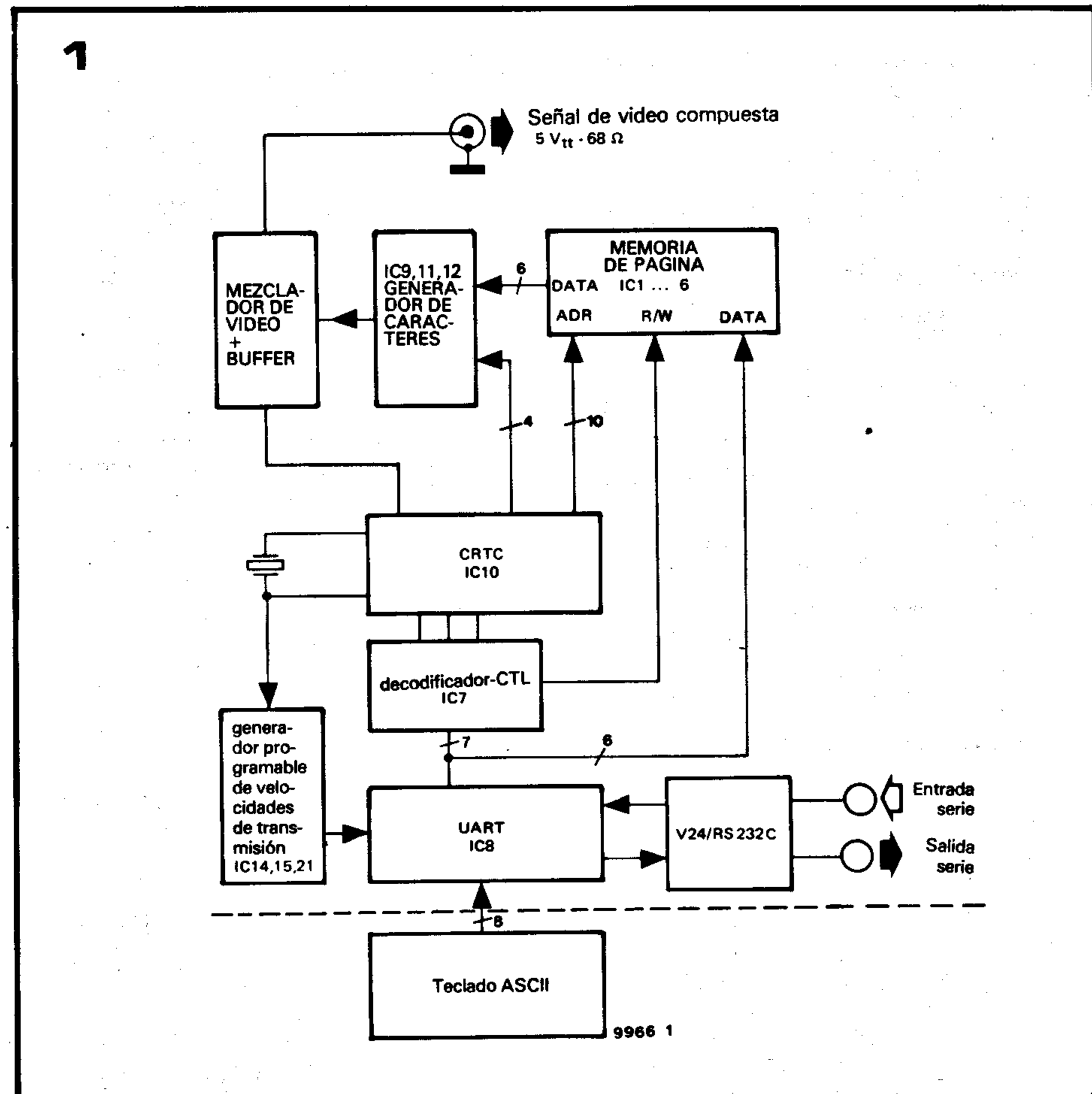
- Salida TTL estándar o RS232C.

- 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



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/Transmitter = 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 carácter 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.º 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 de-

codifica cada carácter 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-

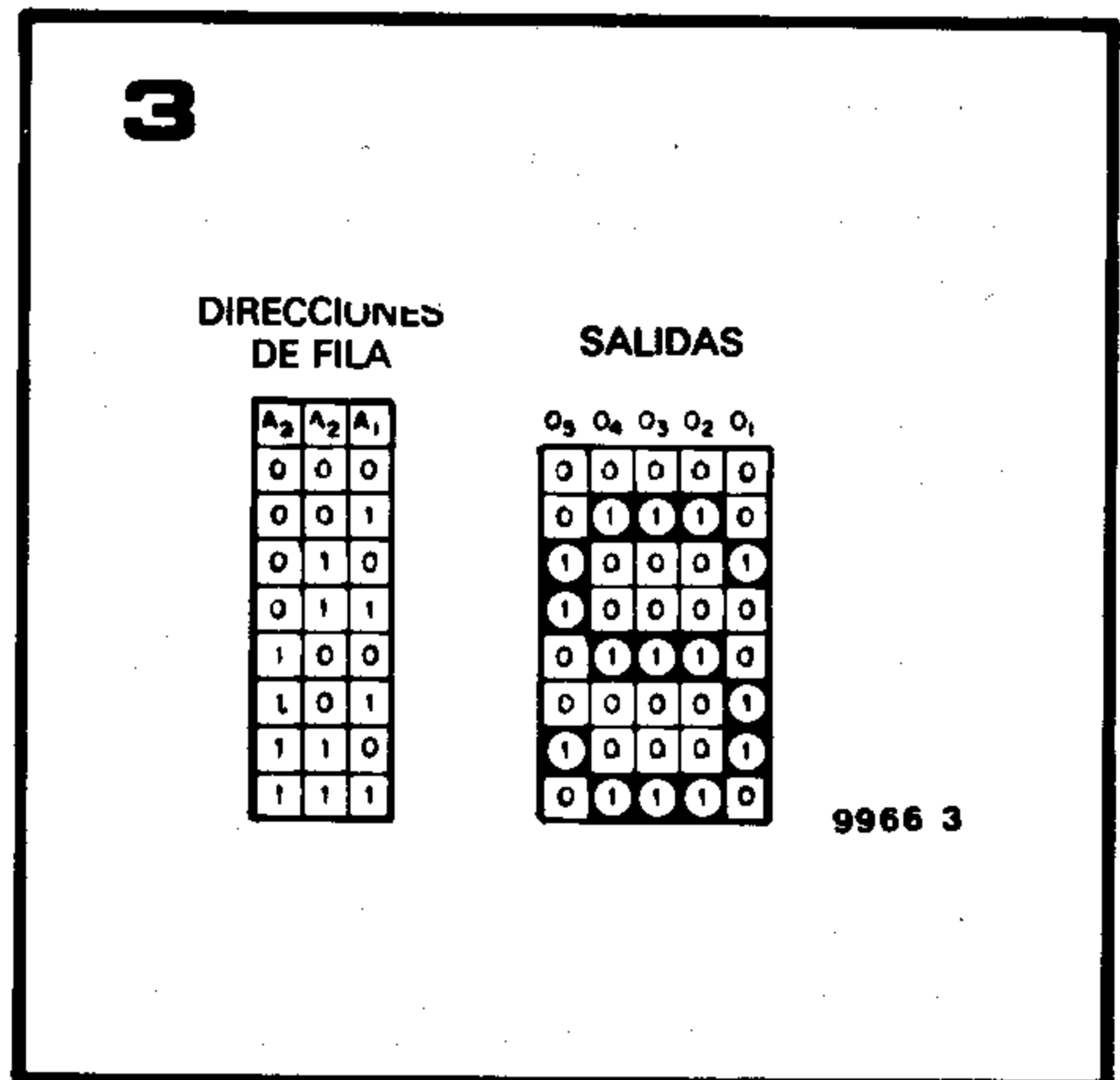
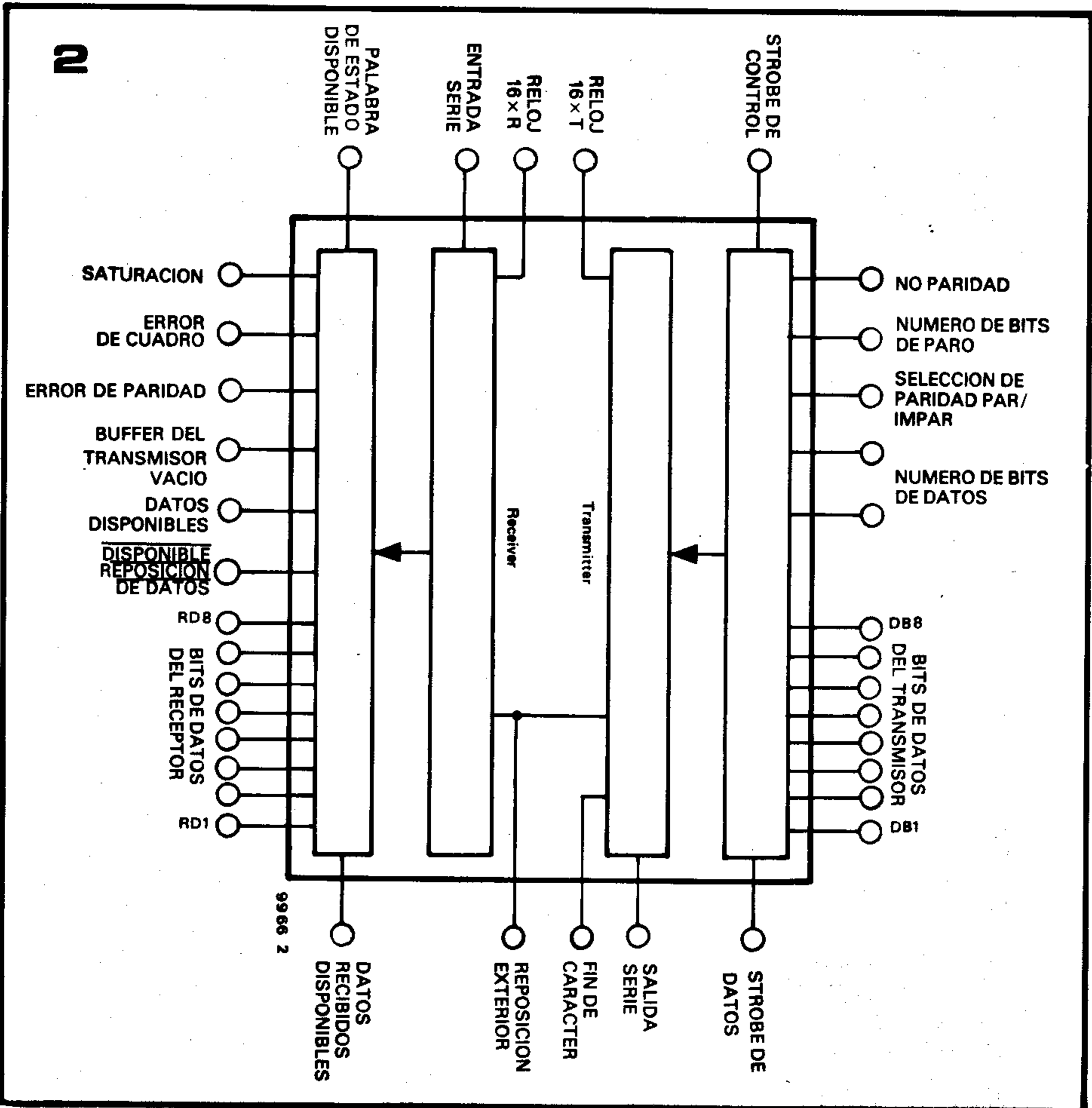


Figura 1. Esquema sinóptico del Elekterminal.

Figura 2. Esquema interno simplificado del UART.

Figura 3. Los caracteres se generan mediante matrices de puntos de 8x5. La línea de puntos superior permanece constantemente apagada.

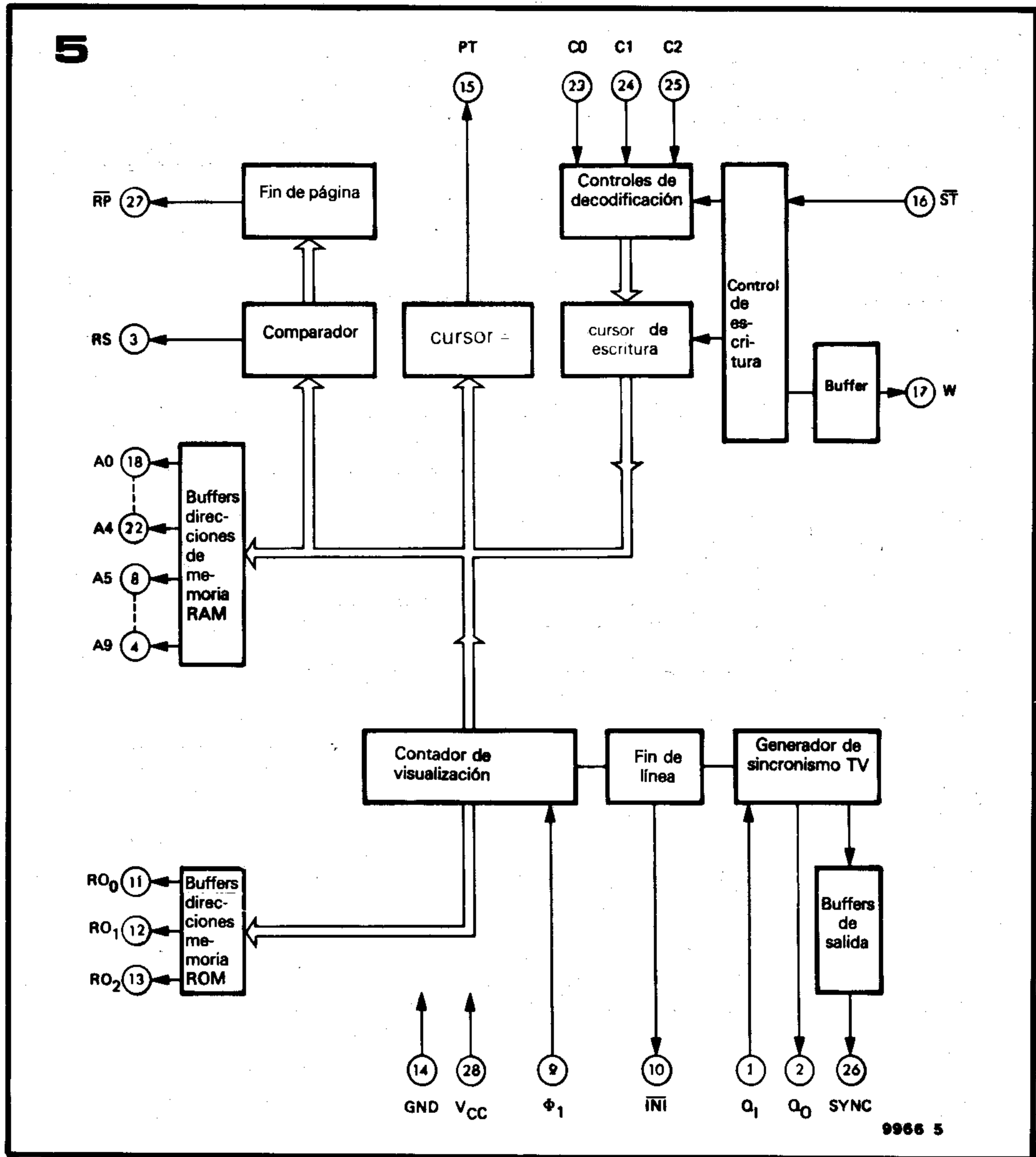
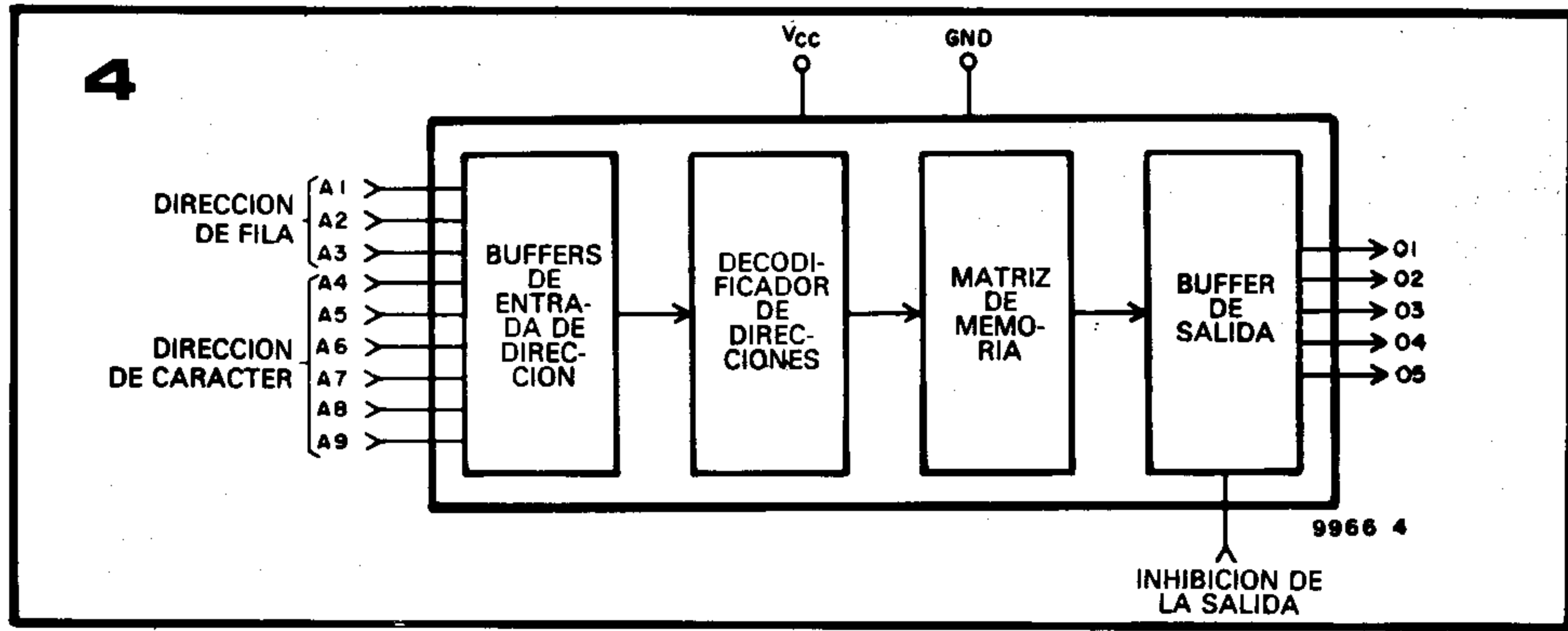
lizarse la UART tanto para conversiones de códigos como para conversiones de velocidad. Las velocidades quedan determinadas por la frecuencia de salida del generador programable de velocidad de transmisión contenido en el chip. Como hemos dicho antes, la frecuencia de salida de este generador es igual 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 carácter 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 carácter 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 carácter ASCII almacenado en la RAM video a un formato que pueda ser utilizado para generar en la pantalla el correspondiente carácter alfanumérico. En general, todo carácter está inscrito en una matriz de puntos. Las dimensiones más corrientes de estas matrices son 5x7 y 7x9. Cada tipo posee ventajas e inconvenientes. Las matrices de 7x9 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 7x9 para ser utilizada con monitores de video.

Con los caracteres contenidos en una matriz de 5x7, 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 carácter 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<sub>0</sub>, C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub> 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 <sub>2</sub> | C <sub>1</sub> | C <sub>0</sub> | Tiempo de ejecución<br>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 carácter 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                       |
| Carácter normal   | 1              | 1              | 1              | 8.3                       |

Tabla 2a

| Velocidad de transmisión<br>(Baudios) | UART     | divisores para<br>1000 MHz | divisores para<br>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<br>(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 estos 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.

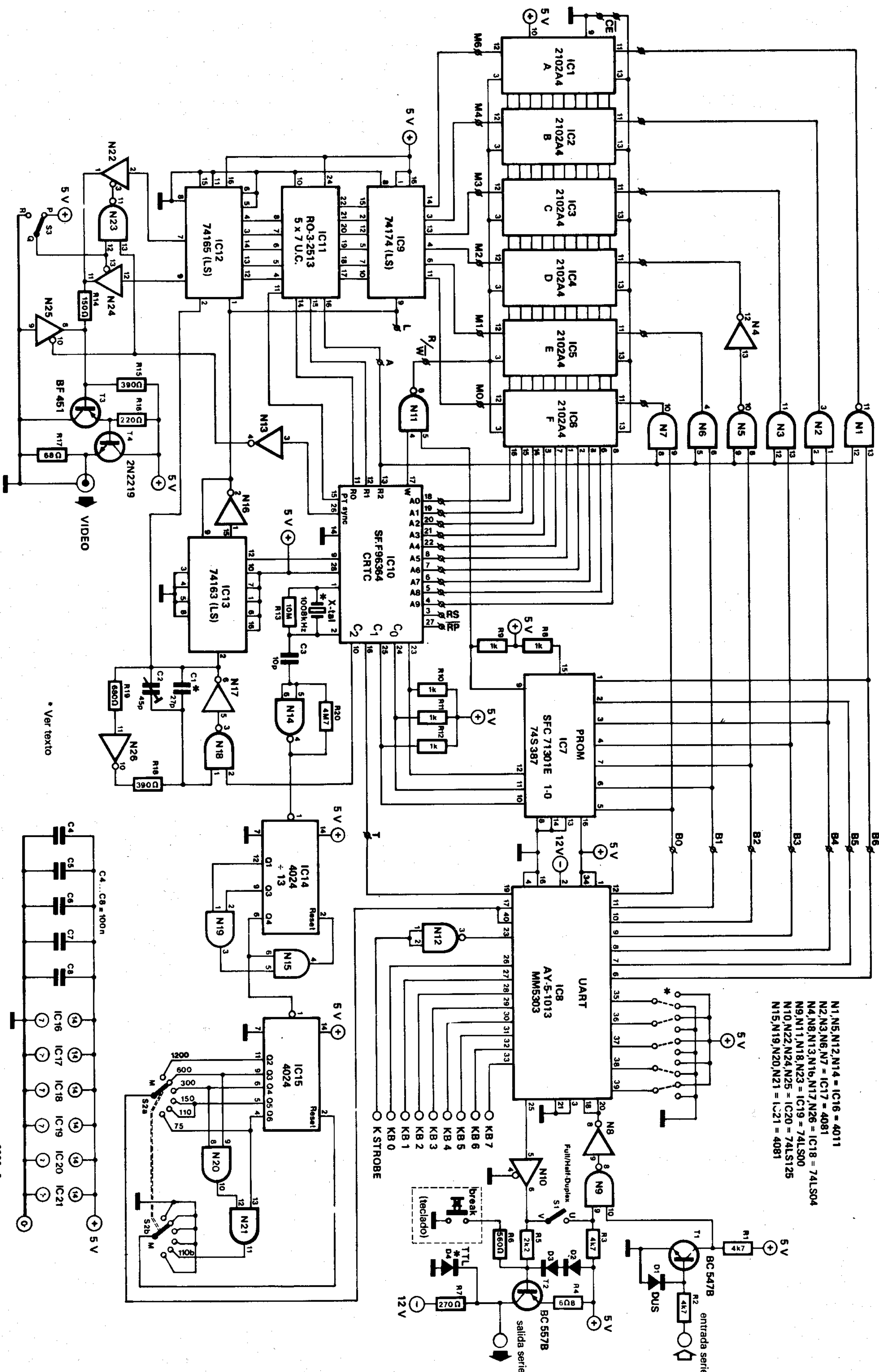
Las funciones del CRTC que acabamos de describir son indispensables, sin embargo conviene resaltar que su misión más importante es el control de la puesta en página de la pantalla, lo cual se realiza directamente por hardware. Muchas tarjetas de interface video utilizan programas para el control del 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 carácter ASCII transmitido por el UART es un carácter de control no imprimible. Siguiendo el código aplicado a las patillas C<sub>0</sub>, C<sub>1</sub> y C<sub>2</sub>, 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 x 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 carácter



- 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

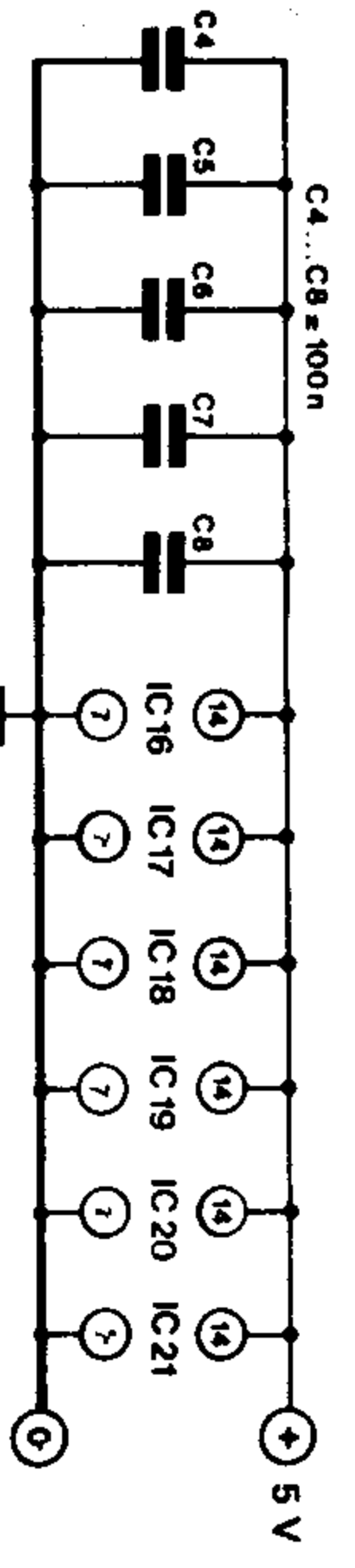


Tabla 3

| 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      | 0       | Palabras de 5 bits             |
| 38      | 0       | Palabra de 6 bits              |
| 37      | 1       | Palabra de 7 bits              |
| 38      | 0       | Palabra de 8 bits              |
| 37      | 1       | Palabra de 8 bits              |
| 38      | 1       | Palabra de 8 bits              |

Tabla 4

| Función  | Tecla     | corresponde a  |
|--|-----------|----------------|
| Cambio de línea<br>(el cursor desciende una línea)                             | LF        | CTL J          |
| Borrado de fin de línea y<br>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<br>de pantalla (extremo superior<br>izquierda) | FS        | —              |
| Borrado de página y retorno<br>del cursor al principio<br>de pantalla          | FF<br>ESC | CTL L<br>CTL [ |
| Rodadura de imagen   |           |                |
| Retorno del cursor al principio<br>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 carácter presente en la pantalla, lo que permite preparar el carácter 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 carácter deben estar posicionadas exactamente una encima de la otra. Esto se hace con la conexión INI (ver figura 5), la cual pasa al estado bajo después del carácter 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 carácter. 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 carácter 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

Tabla 5.

| Dirección | Lógica positiva |                |                |                |
|-----------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
|           | O <sub>3</sub>  | O <sub>2</sub> | O <sub>1</sub> | O <sub>0</sub> |
| 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.

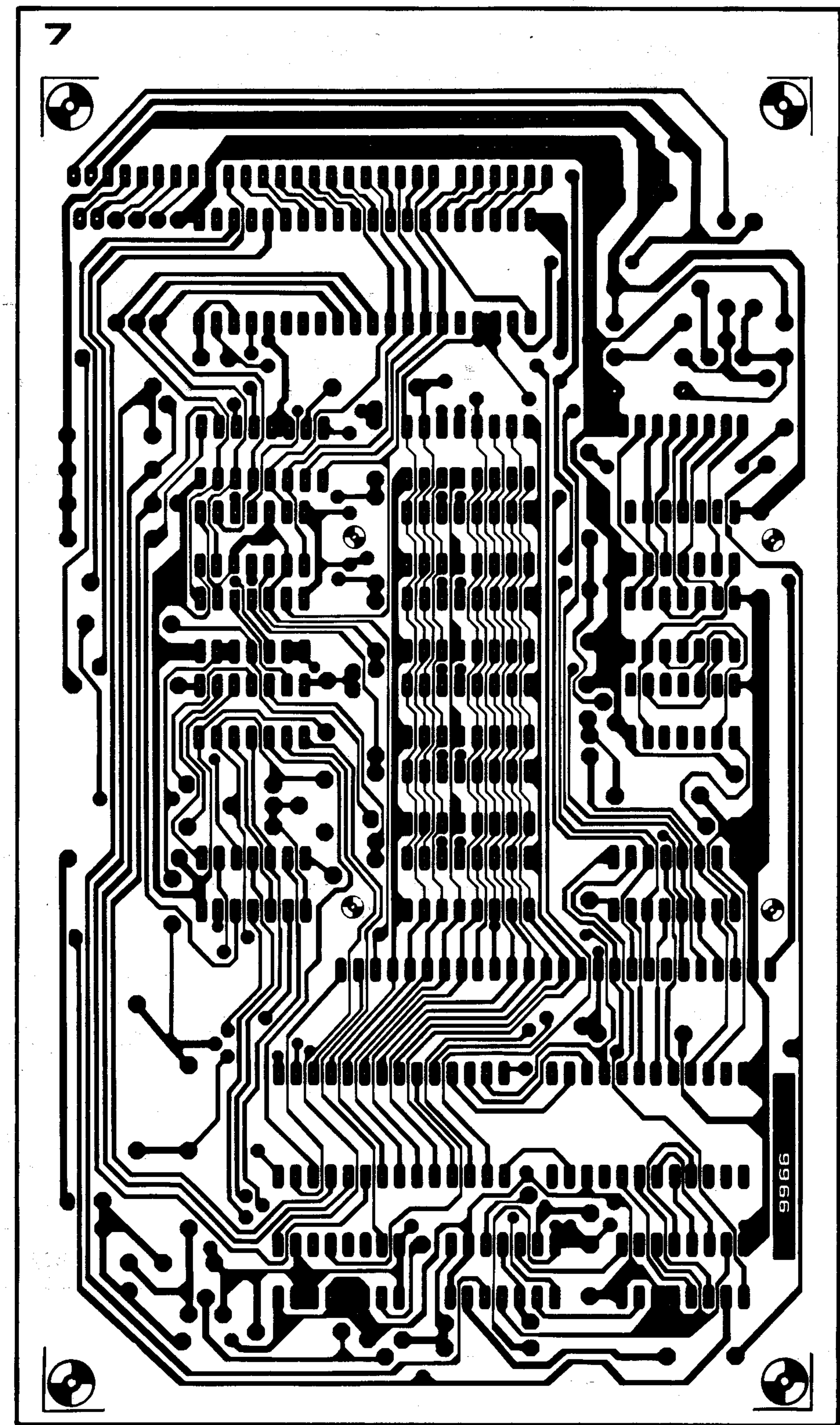
Tabla 5. Programación del decodificador PROM IC7.

impedancia de salida de 68 ohmios 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 cuartos. ¿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

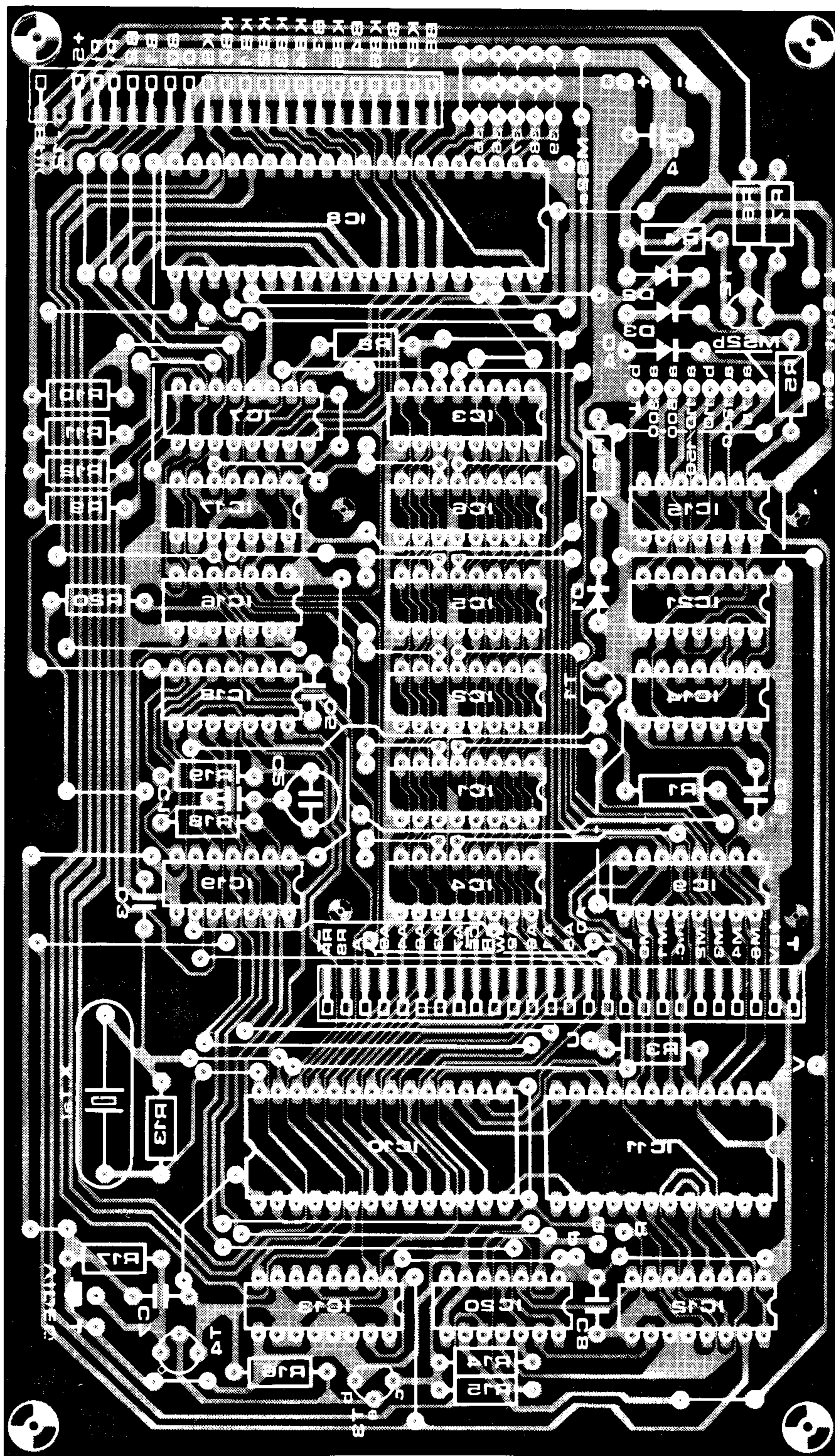


y V24. Estas dos normas, que son prácticamente idénticas y por tanto intercambiables, tienen la ventaja de tener como nivel mínimo +5V para el valor lógico 1 y -5V para el valor lógico 0, mientras que los niveles máximos son respectivamente +15V y -15V. Evidentemente, con estos niveles, la inmunidad al ruido es mucho mayor que con niveles lógicos TTL.

El circuito descrito aquí trata de realizar 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



## 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 carácter *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 carácter, 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 «space» (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 x 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 añadirse 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.

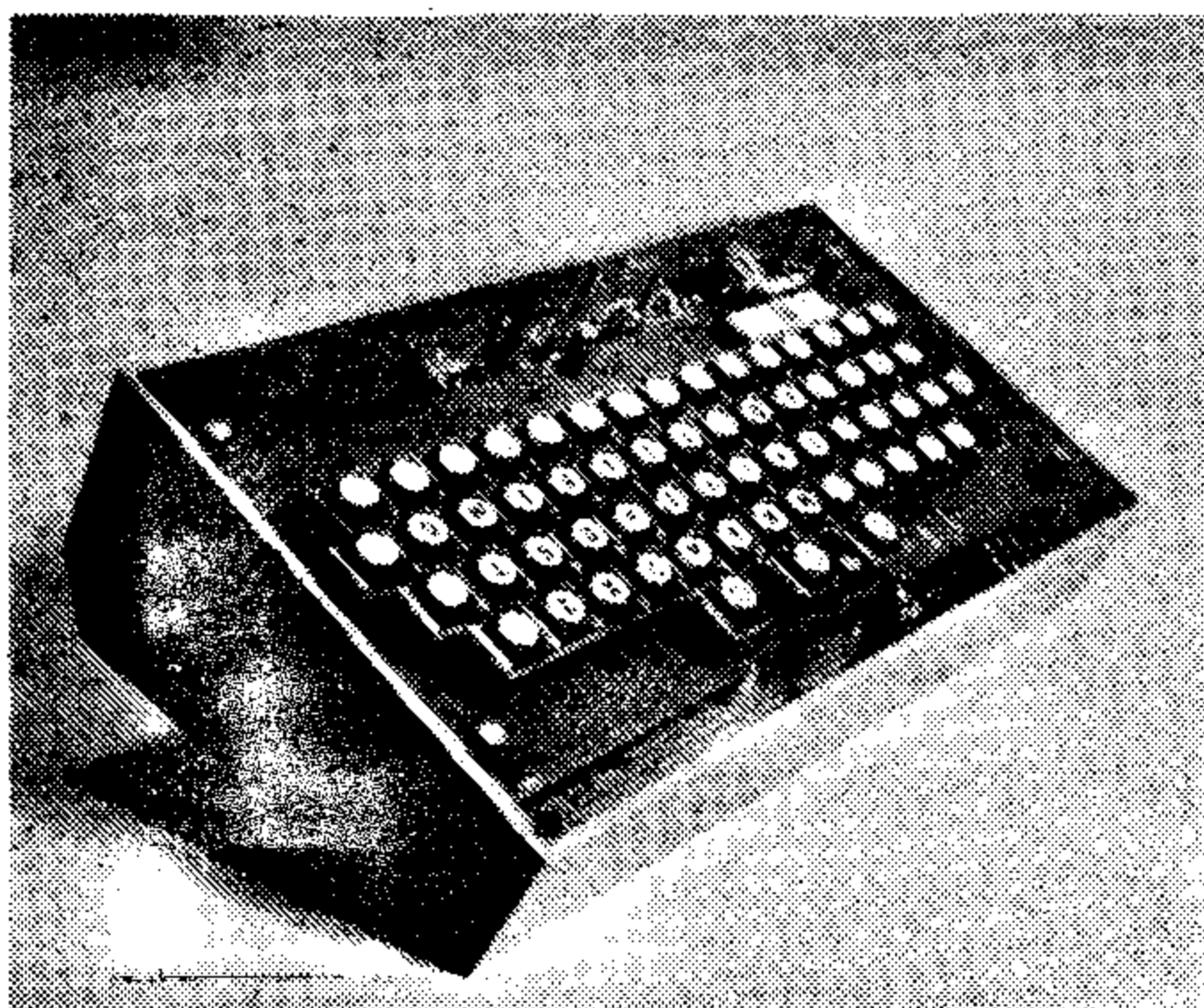
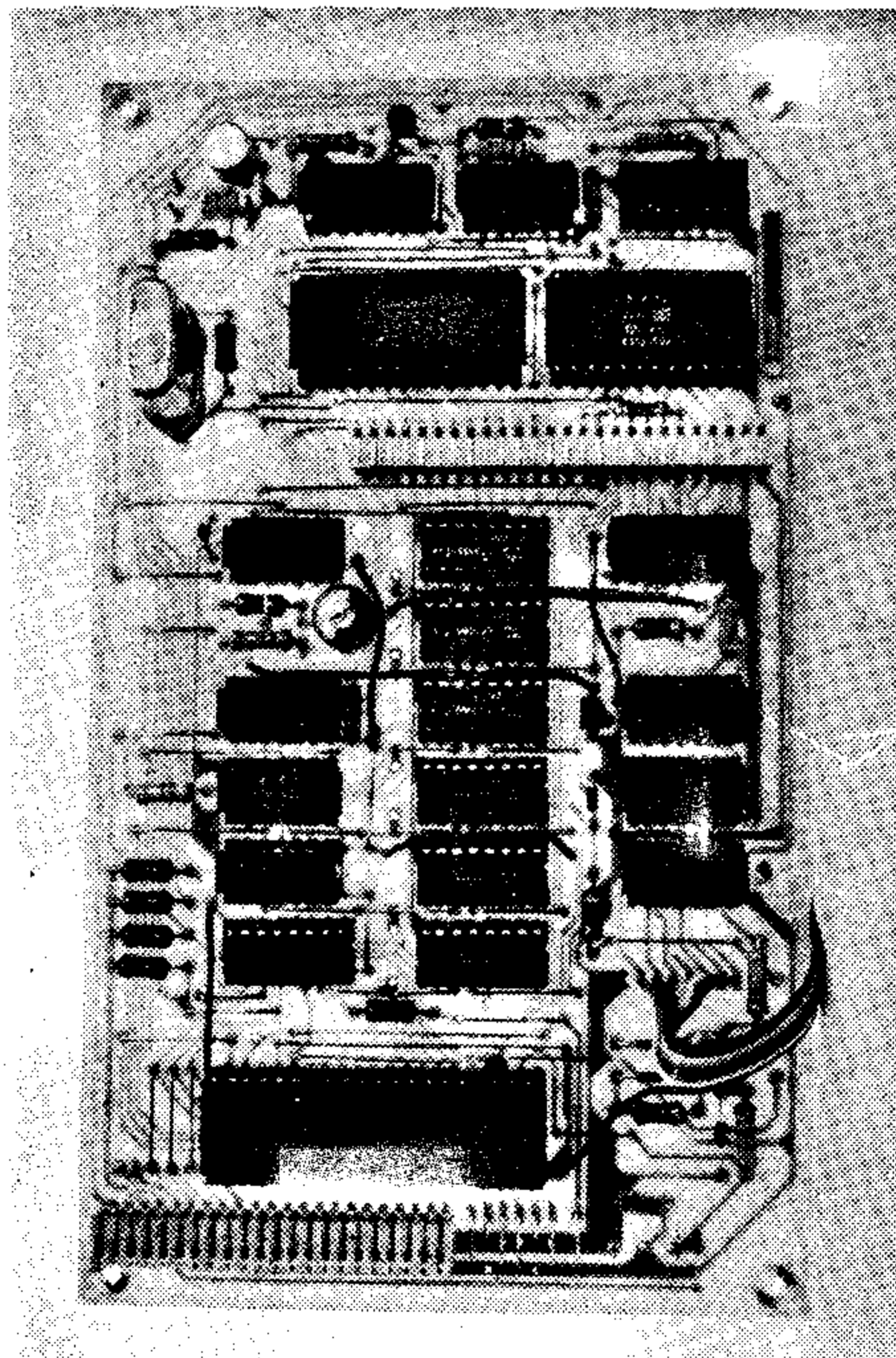
El segundo conector presente en el circuito impreso da acceso a todas las líneas de direcciones y de datos de la memoria de caracteres, así como a las dos líneas que permitan el direccionamiento correcto de las memorias RAM. En este conector se colocará la tarjeta de ampliación. Conviene

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.

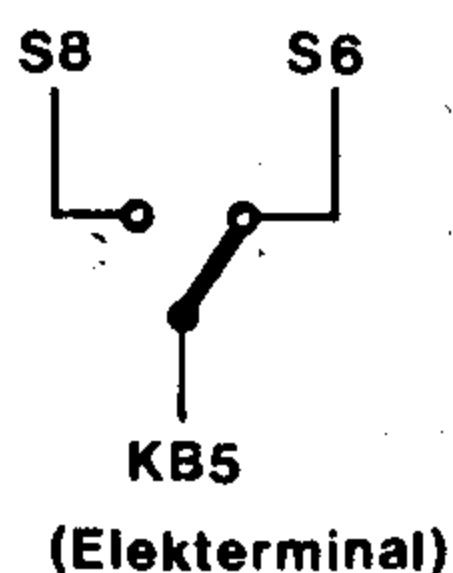
EL UART se programa por medio de puentes realizados con hilo conductor. Las conexiones indicadas en la serigrafía de componentes de la placa de circuito impreso corresponden al formato recomendado en la tabla 3.

### Conexión al teclado ASCII

Cuando se realice la conexión entre el teclado ASCII y el Elekterminal se observará que el circuito decodificador del teclado



9



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.

### 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.º 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.

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

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 tran-

sistores 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.

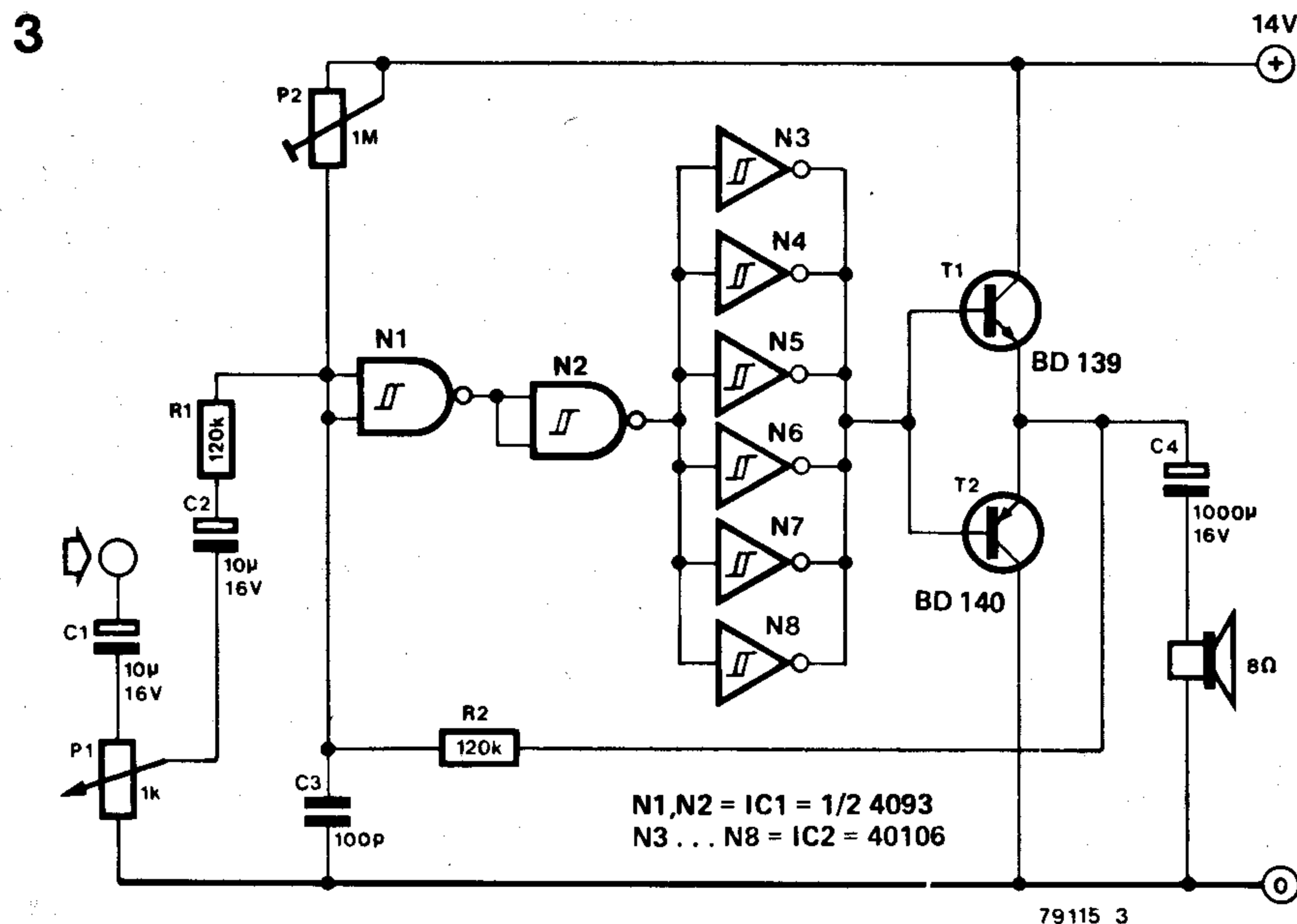
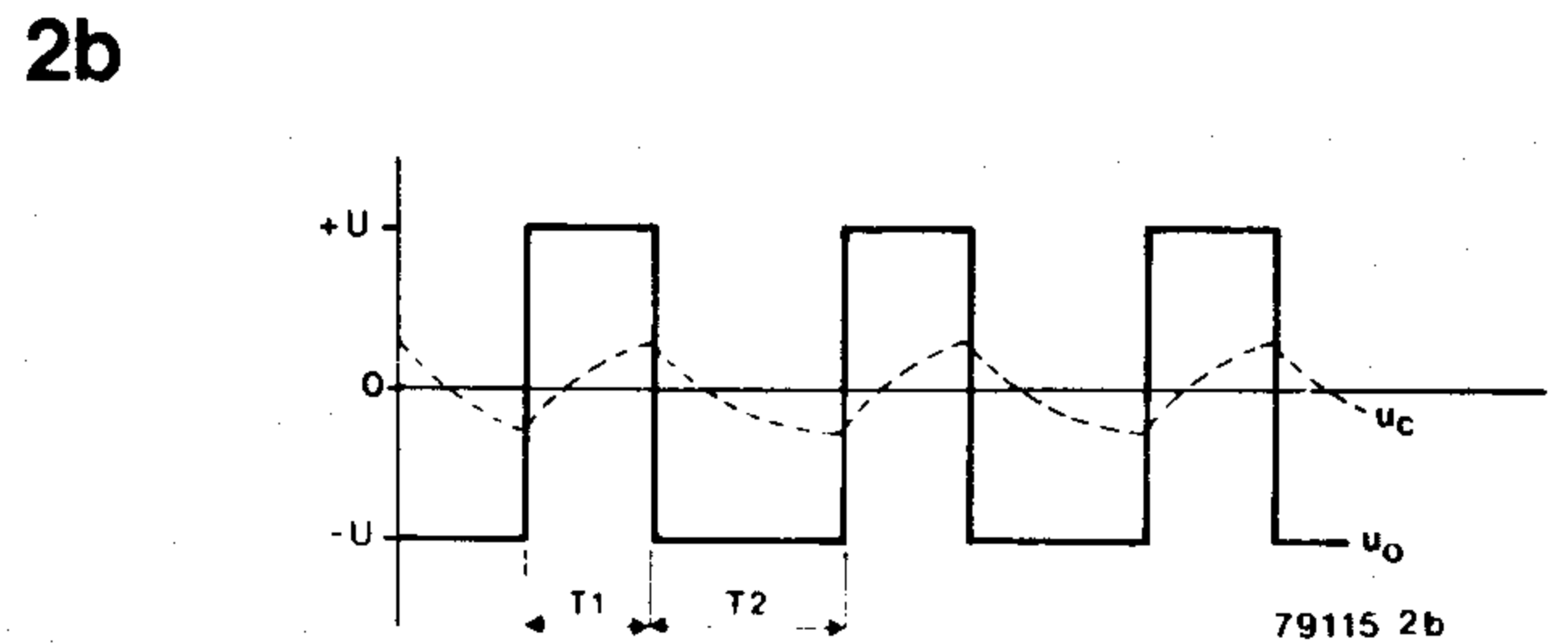
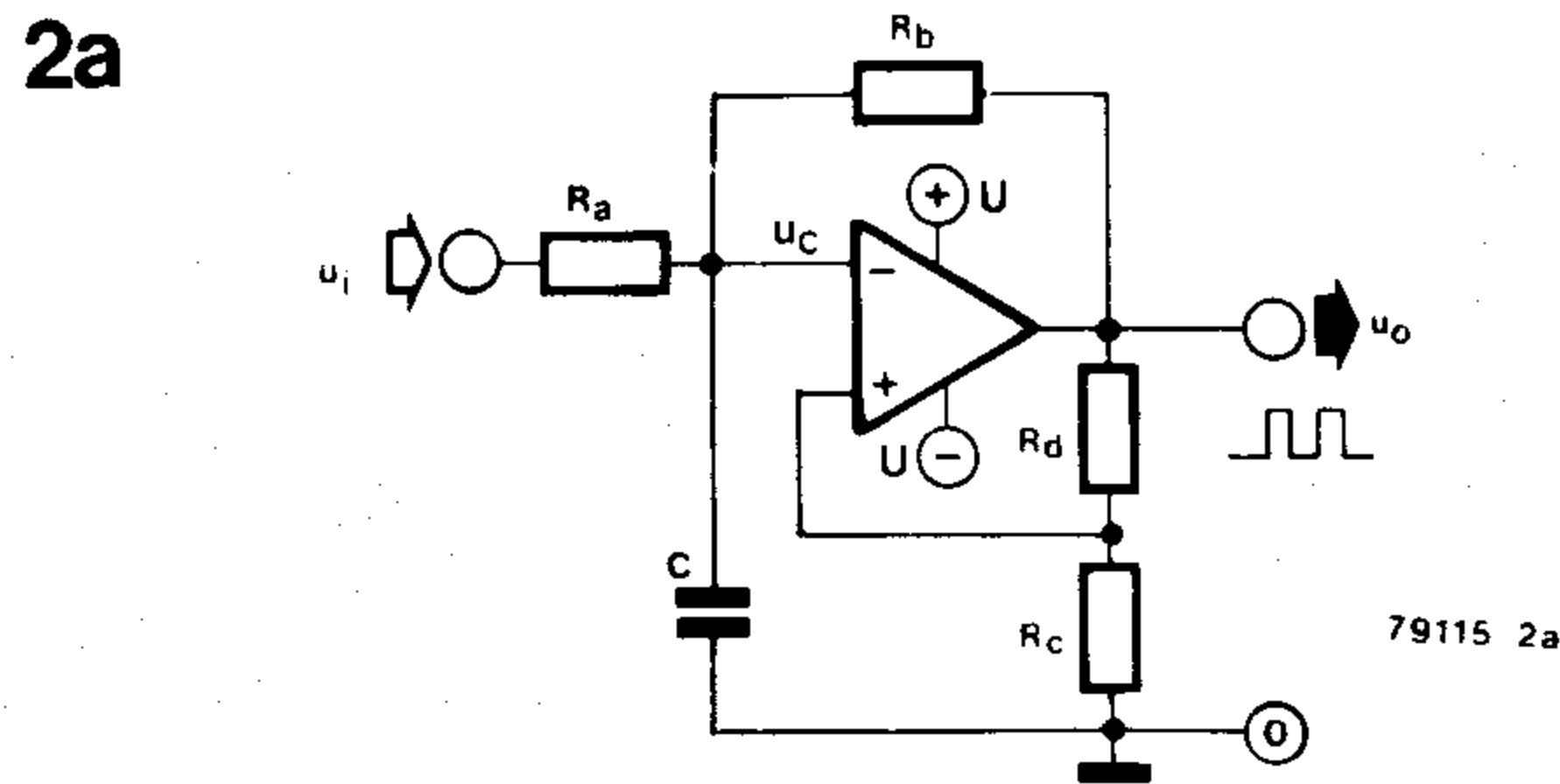
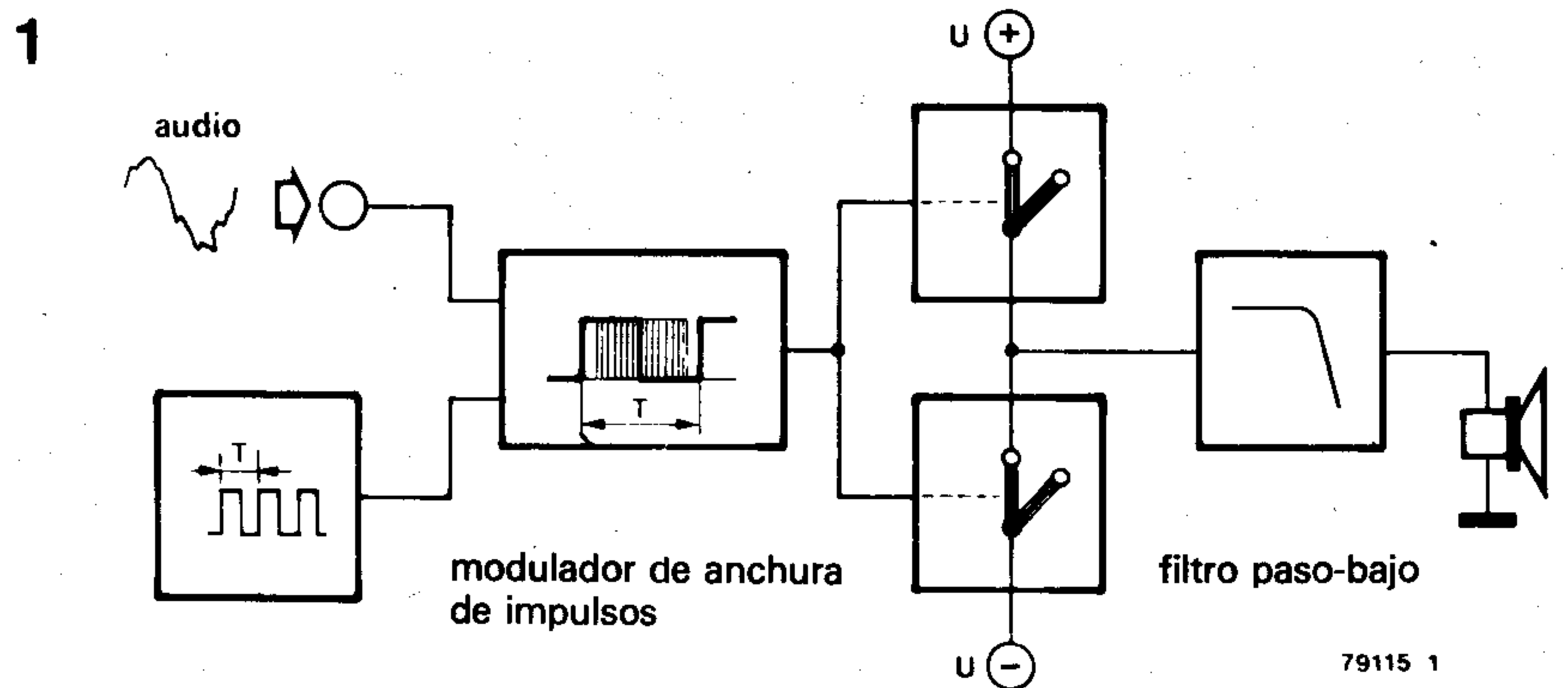
Aparte de la ventaja que supone su mayor rendimiento, los amplificadores PWM están libres, en principio, de las no linealidades debidas a la característica de transferen-

# experimentor

Una invitación a investigar, mejorar o realizar ideas interesantes aunque imperfectas.

## Amplificadores de clase D o PWM

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 in-



cia 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.

## 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 ( $\delta$ ) 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

$$\delta = \frac{\ln \frac{a \cdot u_{in} + b}{a \cdot u_{in} + c}}{\ln \frac{a \cdot u_{in} + b}{a \cdot u_{in} + c} + \ln \frac{a \cdot u_{in} - b}{a \cdot u_{in} - c}}$$

En donde  $\delta = \frac{R_b}{R_a + R_b} \cdot \frac{1}{U}$ ;

$$b = \frac{R_a}{R_a + R_b} + \frac{R_c}{R_c + R_d}$$

$$c = \frac{R_a}{R_a + R_b} - \frac{R_c}{R_c + R_d}$$

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

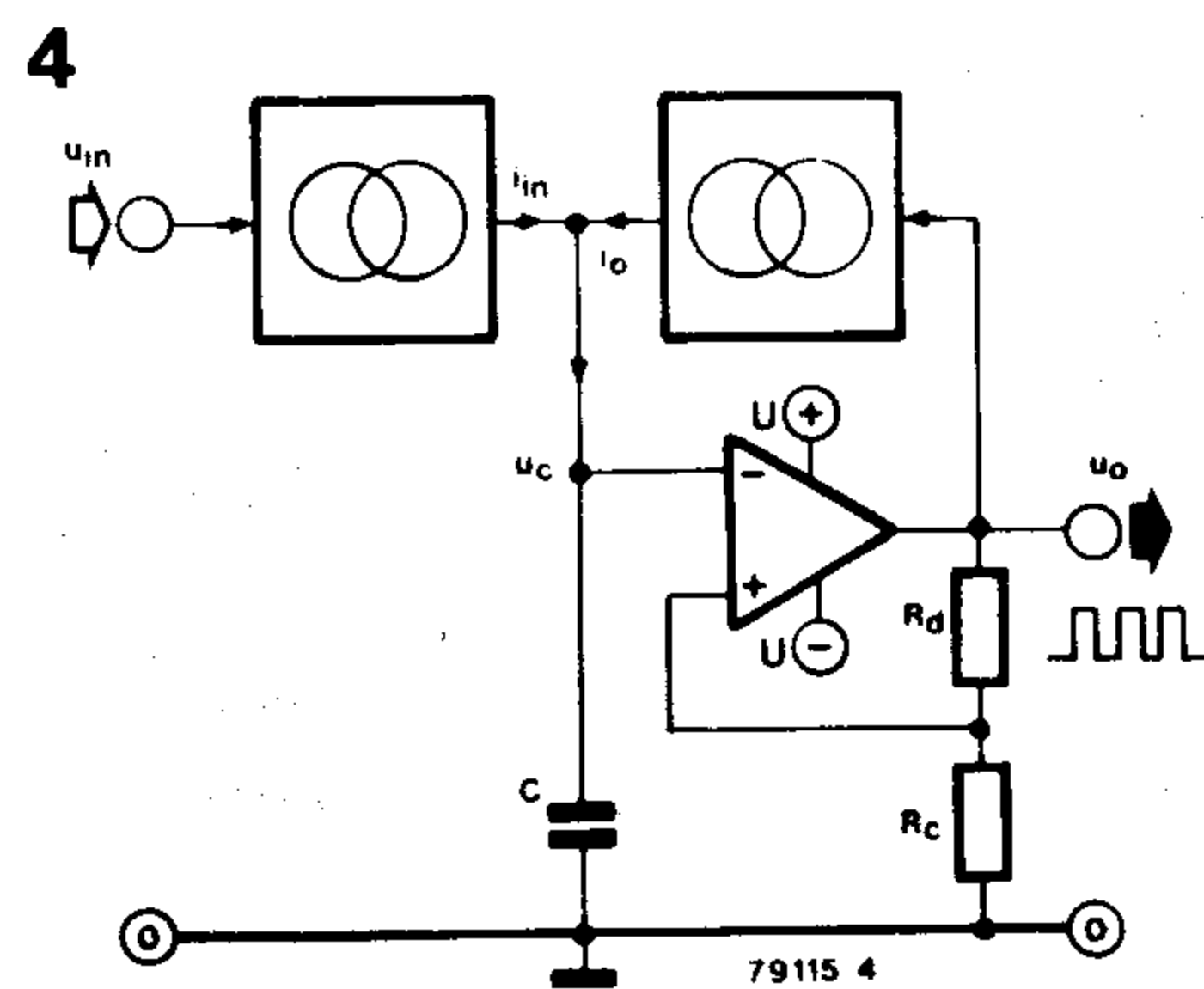
aceptable a formas no logarítmicas. Omitiendo los cálculos intermedios el resultado al que se llega es:

$$\delta = -\frac{R_b}{2 \cdot R_a \cdot U} u_{in} + \frac{1}{2} \quad (R_d \gg R_c)$$

Este es precisamente el resultado que andábamos buscando: el ciclo de trabajo es directamente proporcional 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



audio de 6V<sub>pp</sub>. Sin embargo, cuando se conectó un altavoz al circuito la distorsión alcanzó cifras del 40 por 100 lo cual es totalmente inaceptable.

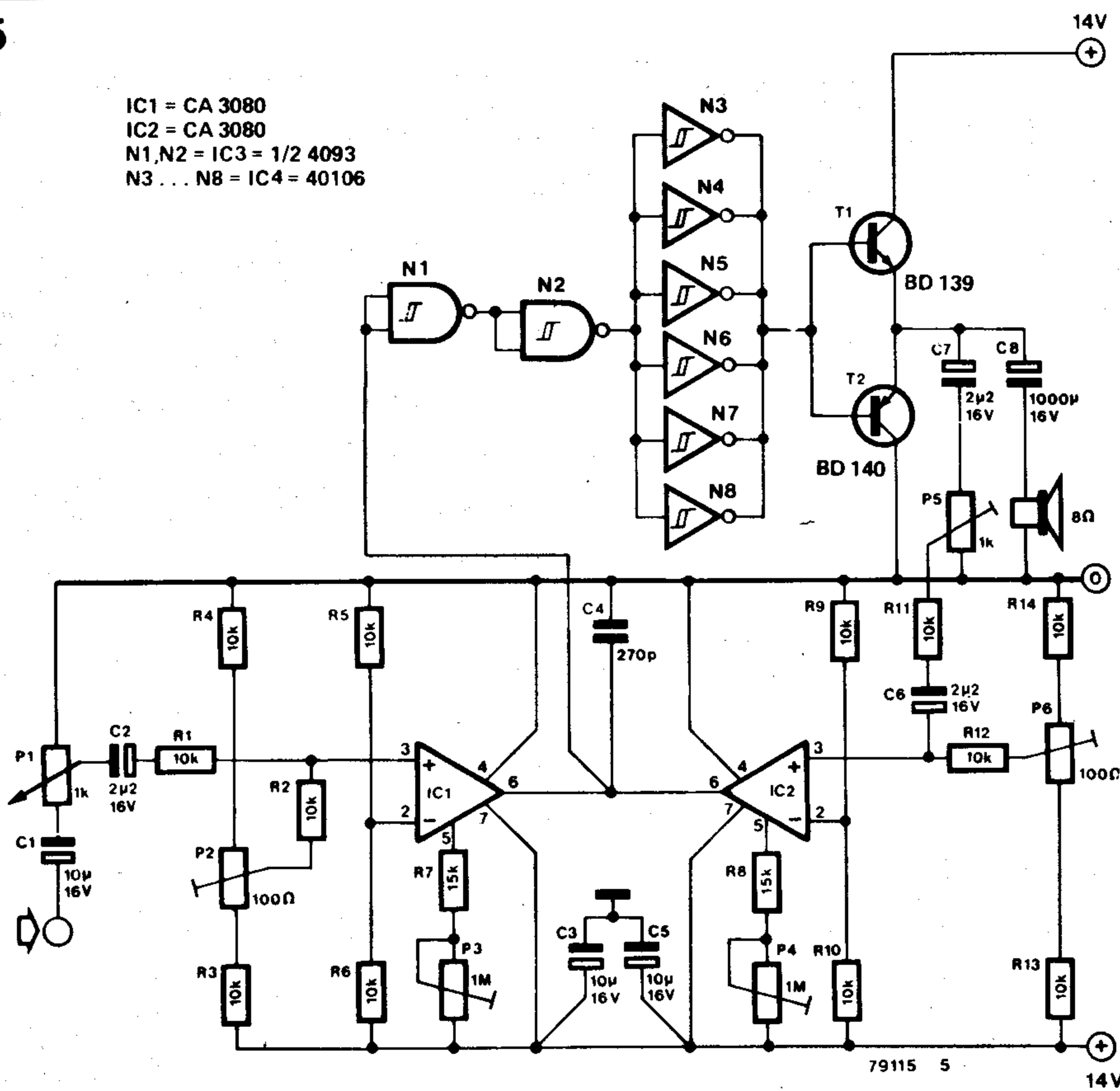
## Fuentes de corriente

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:

$$\delta = -\frac{1}{2 \cdot I} \cdot i_{in} + \frac{1}{2}$$

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<sub>4</sub> se ajusta la frecuencia a unos 100 kHz. El ciclo de trabajo de la onda cuadrada se ajusta exactamente al 50 por 100 mediante P<sub>6</sub>. Se ajusta P<sub>2</sub> de manera que IC2 no resulte sobrecargado. Se conecta entonces IC1 al circuito y se ajusta P<sub>3</sub> con el fin de determinar la corriente de salida del OTA. La distorsión es mínima si se ajusta P<sub>3</sub> 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 re-

aliza 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.

### 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  $\pm 7V$ , y se ha abandonado la idea de las fuentes controladas de corriente.

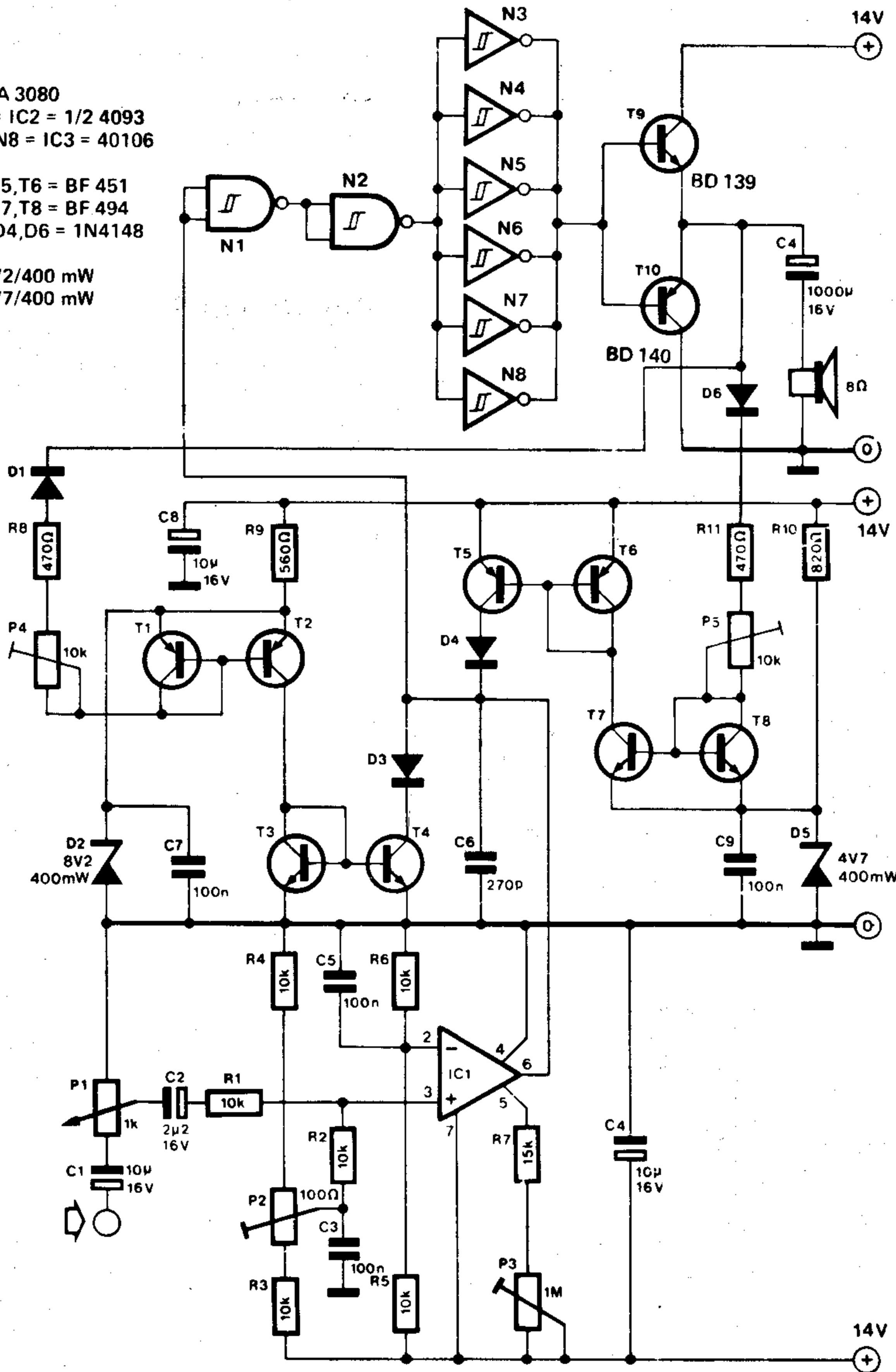
Entre la entrada y C10 se ha introducido una etapa amplificadora utilizando componentes discretos. La distorsión causada por la omisión de las fuentes de corriente controlada se elimina con creces mediante la realimentación negativa de la señal de audio a través de R15. El filtro pasa-bajo de la salida 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.

6

IC1 = CA 3080  
N1,N2 = IC2 = 1/2 4093  
N3 ... N8 = IC3 = 40106

T1,T2,T5,T6 = BF 451  
T3,T4,T7,T8 = BF 494  
D1,D3,D4,D6 = 1N4148

D2 = 8V2/400 mW  
D5 = 4V7/400 mW



7

T1 ... T4,T6 = BF 494  
T5 = BF 451  
IC1 = LF 356  
N1 ... N3 = IC2 = 1/2 40106

