

GRAN BIBLIOTECA AMSTRAD



HARDWARE PARA EL ORDENADOR

LA ARQUITECTURA INFORMÁTICA



GRAN BIBLIOTECA
AMSTRAD

9

HARDWARE
PARA EL ORDENADOR

Director editor:

Antonio M.^º Ferrer Abelló

Director de producción:

Vicente Robles

Director de la obra:

Fernando López Martínez

Redactor técnico:

Antonio Manzanera Amaro

Colaboradores:

Javier Sanjuán

Diseño:

Bravo/Lofish

Maquetación:

Carlos González Amezúa

Dibujos:

José Ochoa

Fotografía:

Grupo Gálata

© Ediciones Ingelek, S. A.

Todos los derechos reservados. Este libro no puede ser, en parte o totalmente, reproducido, memorizado en sistemas de archivo, o transmitido en cualquier forma o medio, electrónico, mecánico, fotocopia o cualquier otro sin la previa autorización del editor.

ISBN del tomo: 84-7708-027-5

ISBN de la obra: 84-7708-004-6

Fotocomposición: Andueza, S. A.

Imprime: Héroes, S. A.

Depósito Legal: M-43101-1986

Precio en Canarias, Ceuta y Melilla: 435 ptas.

HARDWARE PARA EL ORDENADOR

Introducción	5
Tipos de componentes	7
Los condensadores	19
Componentes auxiliares	29
El diodo	37
Transistores	45
Lógica de transistores	57
El equipo básico	65
Cómo soldar	71
Cable de conexión para casete	83
Bus de entrada/salida	87
Técnicas de conversión A/D	97
Interface de entrada/salida	107

INTRODUCCIÓN

La mayoría de los libros de informática publicados hasta la fecha tratan casi en exclusiva del software del ordenador, o cuando hablan del hardware lo hacen de forma poco profunda o excesivamente teórica.

El presente libro rompe los esquemas habidos hasta la fecha con un contenido nada habitual, que podemos dividir en dos partes:

La primera parte del libro está dedicada a la descripción de los componentes más usuales en la circuitería de los ordenadores. Se hace referencia a su forma física, tipos existentes, modo de funcionamiento e incluso una descripción de los procesos de fabricación.

Asimismo en esta primera parte se dan una serie de consejos y sugerencias para elegir los materiales básicos que componen el laboratorio de cualquier aficionado al bricolaje electrónico. También se explica cuáles son las técnicas elementales de soldadura y se propone un sencillo pero útil ejercicio para los no iniciados.

La segunda parte del libro está dedicada a la descripción de una serie de montajes que nosotros mismos podremos realizar.

El primero de ellos consiste en un cable para conectar un cassette a cualquiera de los AMSTRAD que no disponen de él, para continuar con un cable de impresora. Estos son los dos montajes más sencillos, aunque el poder realizarlos nosotros mismos nos reportará un considerable ahorro de dinero.

Los siguientes montajes son algo más complicados. Será necesario para realizarlos utilizar placas de circuito impreso. Ello no es problema, puesto que dichas placas las podremos realizar nosotros mismos o comprarlas ya hechas, si lo deseamos, a través de la propia editorial INGELEK.

Finalmente, aclararemos que todos los montajes propuestos han sido realizados y comprobados por un equipo de especialistas, estando su funcionamiento garantizado siempre y cuando su ejecución haya sido correcta.

TIPOS DE COMPONENTES

La primera clasificación que se hace de todos los componentes electrónicos es muy sencilla: simplemente se dividen en componentes activos y componentes pasivos.

Los que, como la propia palabra indica, intervienen de forma activa en el circuito electrónico, ya sea ejecutando una instrucción, decodificando una dirección, ampliando una señal, etc.

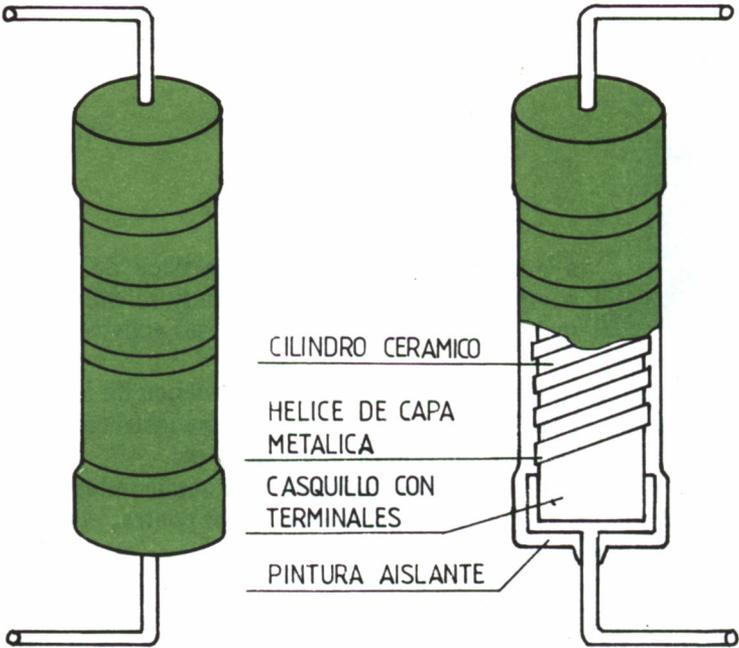
Estos componentes son principalmente los semiconductores, ya sea el simple diodo o el modesto transistor, o por contra, el complejo y suntuoso circuito integrado o chip.

Asimismo también son componentes activos las antiguas lámparas o válvulas de vacío, que con la aparición de los semiconductores fueron progresivamente sustituidas, hasta tal punto que en la actualidad prácticamente no se utilizan, excepto en aplicaciones muy determinadas, en las cuales el uso de los semiconductores no está aconsejado.

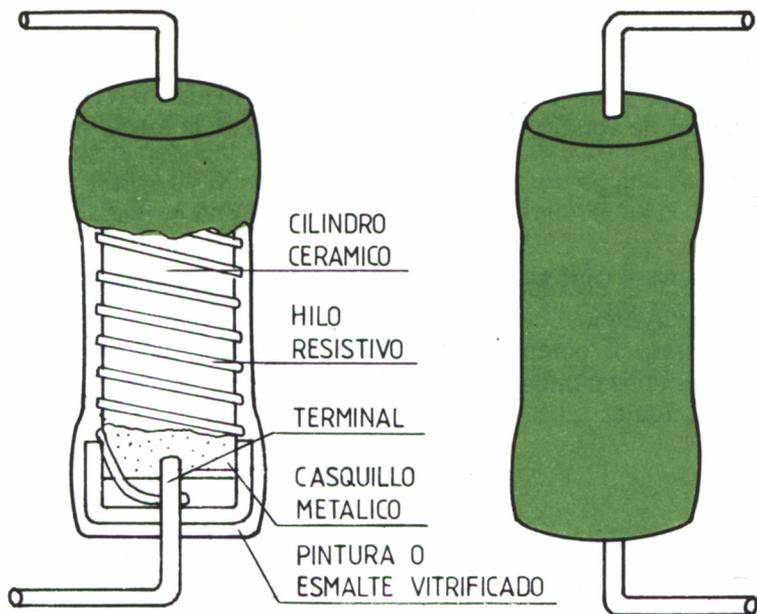
En contra de lo que a priori se puede pensar, su desaparición no fue debida a que los semiconductores fueran más sofisticados, ya que la lámpara de vacío es mucho más perfecta técnicamente. Pero presentaban y presentan dos grandes inconvenientes: el que ocupan mucho espacio y que son muy costosas. Aparte de estas dos graves trabas, llevan unidas otras de menor entidad, como son el tener una vida menor y necesitar un tiempo de calentamiento.

Por su parte, los componentes pasivos son todos aquellos que simplemente están en el circuito y no modifican de forma activa la señal presente en el mismo.

Este grupo lo constituyen principalmente las resistencias y los condensadores, aunque también pueden incluirse otros componentes, como los relés, conectores, interruptores, placa de circuito impreso, bobinas, transformadores, etc.



9.1.1. Resistencia de película metálica.



9.1.2. Resistencia bobinada vitrificada.

RESISTENCIAS

Las resistencias son componentes electrónicos cuya única misión es oponerse al paso de la corriente. Tan «negativa» intención resulta imprescindible en cualquier circuito electrónico, ya que permite la correcta distribución de tensión (voltaje) y de corriente (intensidad), necesaria para que los componentes activos pueden llevar a cabo su tarea de forma correcta.

Para definir el valor de la resistencia o dificultad que opone a la corriente se utiliza la unidad de medida denominada ohmio en honor del investigador Ohm, representada por la letra griega omega (Ω).

LEY DE OHM

La ley de Ohm es la ley básica de la electricidad y relaciona los parámetros de voltaje, intensidad y resistencia de la forma siguiente:

$$I = \frac{V}{R} ; R = \frac{V}{I} ; V = R \cdot I$$

Donde V es el voltaje (voltios), A la intensidad (amperios) y R la resistencia (ohmios).

Para saber la potencia (vatios) que disipa en forma de calor una resistencia utilizaremos otra fórmula de gran importancia, síntesis de la ley de Joule:

$$W = I^2 \cdot R$$

Donde W representa la potencia, y R e I resistencia e intensidad, respectivamente, como ya tuvimos ocasión de ver en la ley de Ohm.

ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

Cuando no encontramos una resistencia del valor que deseamos podemos recurrir a la asociación de varias de ellas, tanto en serie como en paralelo, o de ambas formas a la vez, teniendo en cuenta las siguientes reglas:

Cuando ponemos en serie dos o más resistencias (una a continuación de la otra), el valor resistivo total es igual a la suma de los valores resistivos de cada una de las resistencias puestas en serie; es decir:

$$R = R_a + R_b + R_c + \dots$$

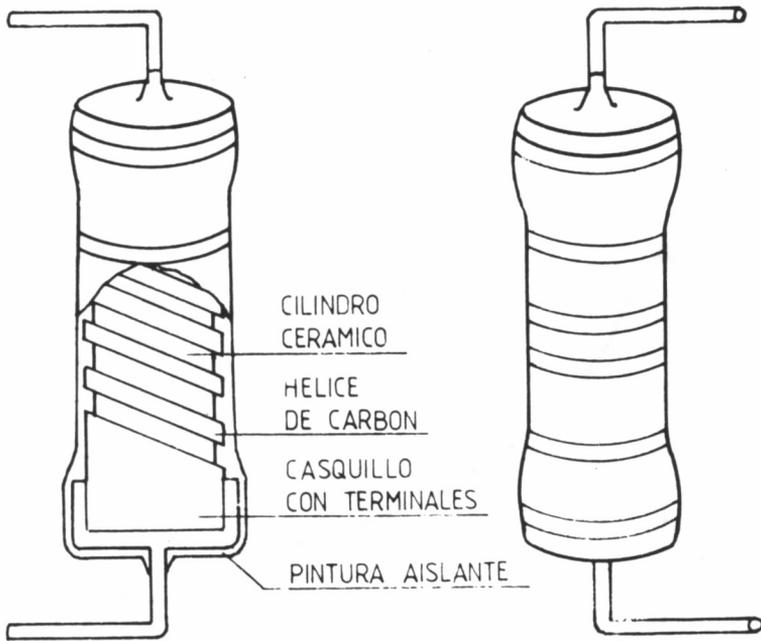
Si, por el contrario, la asociación es en paralelo, la resistencia total del conjunto la hallaremos teniendo en cuenta que el inverso de la resistencia total es igual a la suma de los inversos de cada uno de los valores de las resistencias puestas en paralelo. Así pues, el valor resultante será siempre menor al menor de los valores puestos en serie.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_a} + \frac{1}{R_b} + \frac{1}{R_c} + \dots$$

TOLERANCIA

Dado que resulta imposible el obtener resistencias de valor óhmico totalmente preciso, es necesario definir un nuevo concepto: la tolerancia de la resistencia. Dicha tolerancia nos indica en qué margen de valores resistivos se encuentra la resistencia, expresándose este margen usualmente en un porcentaje sobre el valor teórico del componente.

De esta manera, se fabrican resistencias con tolerancias de $\pm 5\%$, $\pm 10\%$ y $\pm 20\%$. Dado que las técnicas de producción han ido mejorando con el paso del tiempo, la tolerancia más difundida en la actualidad es la del $\pm 5\%$, la cual es adecuada para la mayoría de las aplicaciones.



9.1.3. Resistencia pirolítica.

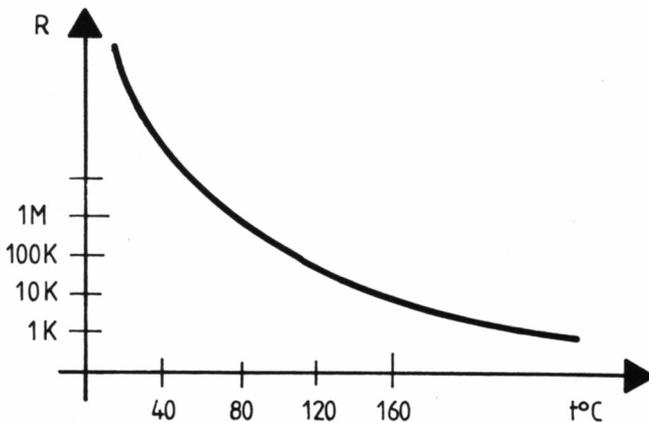
Por otra parte, también se fabrican resistencias de precisión; con tolerancias del $\pm 1\%$ e incluso menores, siendo, como es lógico, bastante más caras que las de tolerancia más amplia.

VALORES NORMALIZADOS

Dependiendo de la tolerancia que posea la resistencia, se han normalizado una serie de valores, de forma que con ellos se pueda obtener una gama suficientemente amplia de valores. Dichos valores son los siguientes:

1	1,5	2,2	3,3	4,7	6,8	10					
1,2	1,8	2,7	3,9	5,6	8,2						
1,1	1,3	1,6	2,4	3	3,6	4,3	5,1	6,2	7,5	9,1	

La primera línea corresponde a los valores para la tolerancia del 20%; las dos primeras, para la tolerancia del 10%, y la tabla completa, para la tolerancia del 5%.



9.1.4. Gráfico de la variación de una resistencia NTC con la temperatura.

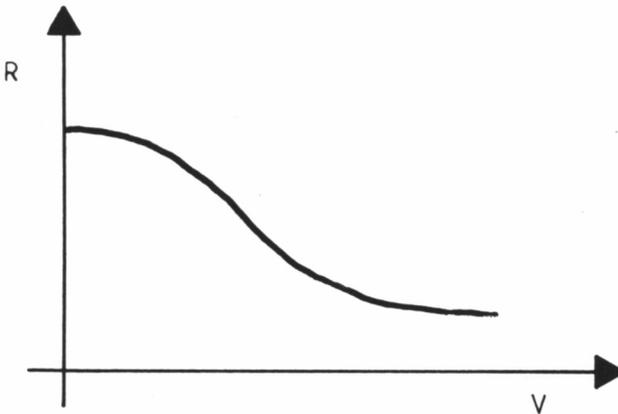
La gama completa de valores se obtiene multiplicando los valores anteriores por 10, 100, 1.000, 10.000, 100.000, 1.000.000 y 10.000.000.

Generalmente, para designar valores óhmicos elevados se utilizan las letras K y M, que designan factores multiplicativos de 1.000 y de 1.000.000, respectivamente. Así, por ejemplo, si nos dicen que una resistencia tiene un valor de 4,7 Kohm sabremos que se refieren a 4.700 ohmios. Igualmente, si nos dan un valor de 4,7 Mohm sabremos que se refieren a 4.700.000 ohmios.

CÓDIGO DE COLORES

Dadas las reducidas dimensiones de las resistencias, para identificar su valor se utiliza un código de colores, los cuales se pintan alrededor del componente en anillos concéntricos.

Los dos primeros anillos representan los números de la tabla anterior. El tercero, el número de ceros que hay que poner detrás de los dos números anteriores. Por último, el cuarto anillo representa la tolerancia con la que ha sido construida la resistencia.



■ 9.1.5. Gráfico de la variación de una resistencia VDR con la tensión aplicada.

Color	1.º anillo	2.º anillo	3.º anillo	4.º anillo
Negro	0	0	—	
Marrón	1	1	× 10	
Rojo	2	2	× 100	
Naranja	3	3	× 1.000	
Amarillo	4	4	× 10.000	
Verde	5	5	× 100.000	
Azul	6	6	× 1.000.000	
Violeta	7	7	× 10.000.000	
Gris	8	8		
Blanco	9	9		
Plata			× 0,01	10 % tol.
Oro			× 0,1	5 % tol.
Sin color				20 % tol.

POTENCIA

A la hora de elegir una resistencia se ha de tener muy en cuenta la potencia que va a disipar en forma de calor. Dicho calentamiento es debido a que la corriente, al atravesar la resistencia, pierde una cantidad de energía que se manifiesta en forma de calor.

La potencia a disipar la podemos calcular mediante la ley Joule, anteriormente descrita. Cuanto mayor sea la potencia a disipar, lógicamente será mayor el tamaño físico de la resistencia.

TIPOS DE RESISTENCIAS

Con objeto de poder utilizar el tipo de resistencia más adecuado existen diferentes procesos de fabricación, con diversos materiales, que proporcionan una amplia gama de posibilidades en la elección del tipo más idóneo para la aplicación de que se trate.

RESISTENCIAS PIROLÍTICAS

El tipo más habitual de baja potencia es el pirolítico, que consiste en un pequeño cilindro cerámico recubierto por una capa de carbón con dos casquillos metálicos que soportan los terminales insertados en los extremos, fijándose el valor óhmico mediante un proceso de espi-

ralizado de la película que elimina el carbón, según una hélice a lo largo del cilindro. Sobre el cuerpo resistivo así preparado se efectúa un recubrimiento con pintura aislante y sobre ella se sitúan las bandas del código de colores.

Si se supera la tensión máxima recomendada puede saltar un arco voltaico entre espiras contiguas. Se pueden fabricar con tolerancias de hasta solamente el 2 %, con potencias de 1/4, 1/2, 1 y 2 vatios.

RESISTENCIAS AGLOMERADAS

Entre los tipos de resistores más utilizados están los de composición, que también reciben el nombre de aglomerados. Están constituidos por una mezcla de carbón y un material aislante finamente molidos y ligados por un aglutinante. El cuerpo del resistor se cubre de cera y barniz y se efectúa el marcado de acuerdo con el código de colores.

RESISTENCIAS DE PELÍCULA METÁLICA

Para alta precisión se fabrican resistencias de película metálica de forma similar a las pirolíticas, sustituyendo la película de carbón por una película metálica de cromo/molibdeno, o las aún más estables, de aleaciones de plomo/oro y de cromo/níquel, en las que la resistividad está en función de la composición, mientras que su capacidad de disipación térmica depende de su espesor.

Asimismo, y sin salirnos de este tipo de resistencias, podemos mencionar las de óxidos metálicos, cuyas características básicas son similares a las mencionadas anteriormente, pero con mayor espesor de película.

Se fabrican con tolerancias del 1 % y 0,5 %.

RESISTENCIAS BOBINADAS

Es una resistencia muy empleada en aplicaciones donde la disipación de potencia es mayor a 4 vatios y la precisión no es necesario que sea muy alta.

Se construyen arrollando sobre un cilindro cerámico hilo resistivo, colocando unos casquillos metálicos con los terminales de conexión en sus extremos y en contacto con el hilo, recubriendo todo el conjunto con un esmalte vitrificado o con una capa de pintura aislante.

La tolerancia habitual es del 10 % y son capaces de disipar por encima de los 100 vatios.

Las aleaciones más utilizadas para el hilo son las de níquel/cromo y níquel/cobre, cuya precisión y estabilidad las hace a veces útiles como resistencia patrón.

RESISTENCIAS ESPECIALES

Dentro de este grupo podemos distinguir tres subgrupos:

Al primero pertenecen las resistencias sensibles a la temperatura. Dependiendo de la temperatura a la que estén sometidas su valor resistivo variará.

Las NTC (*Negative Temperature Coefficient*, o Temperatura de Coeficiente Negativo), que tienen la peculiaridad de que cuando la temperatura aumenta la resistencia disminuye debido a que poseen un coeficiente negativo de temperatura.

Por el contrario, las PTC (*Positive Temperature Coefficient*), presentan una mayor resistencia cuanto mayor sea la temperatura, dado que su coeficiente de temperatura es positivo.

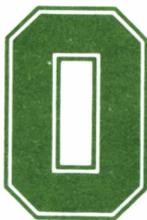
La presentación de ambos tipos de resistencias sensibles a la temperatura es en forma de disco, de los cuales algunos se sujetan por presión y otros tienen soldadas un par de patillas para su conexión. También hay modelos tubulares, de cápsula metálica, e incluso las hay con un tornillo, lo cual es muy útil para su montaje. Asimismo existe un modelo en miniatura encapsulado en vidrio.

Al segundo subgrupo pertenecen las resistencias que varían con el voltaje. Estas se denominan VDR y son utilizadas para eliminar sobretensiones en las fuentes de alimentación. También son asiduamente utilizadas en telefonía, ante eventuales cortocircuitos o sobrecargas en las líneas, debido a que mantienen constante la corriente frente a grandes variaciones de la tensión.

Al tercer subgrupo pertenecen las resistencias sensibles a la luz o LDR. En este tipo el valor óhmico disminuye al aumentar la iluminación.

Esta peculiaridad se debe a que el material con el que básicamente están fabricadas es el sulfuro de cadmio, activado con precipitados materiales de plata o galio y prensado en forma de pequeñísimas tabletas. Este material se deposita en los espacios libres que mantienen los electrodos, dispuestos generalmente en forma de peine. Todo ello es montado dentro de una cápsula transparente, de la que únicamente salen los terminales de conexión.

LOS CONDENSADORES



tro de los componentes que no suelen faltar en ningún equipo electrónico es el condensador, en algunas de sus formas o tipos.

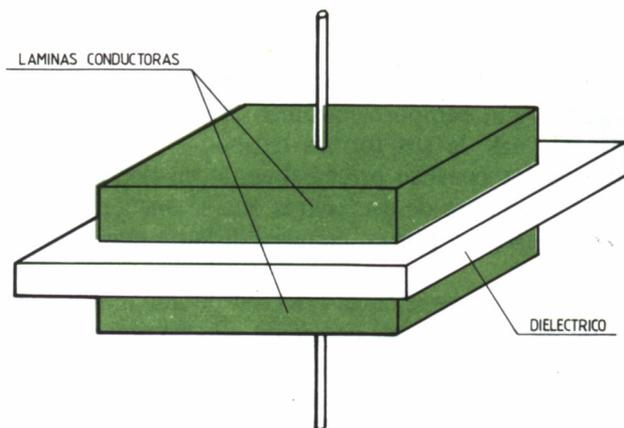
Un condensador consiste principalmente en dos placas metálicas conocidas con el nombre de armaduras que se encuentran separadas, una muy corta distancia, por un material aislante denominado dieléctrico.

Si la misión de una resistencia era fácil de adivinar a través de su nombre, la de un condensador no queda más oculta: condensa la corriente eléctrica, acumulándola según se va cargando, de forma similar a como una presa va condensando el agua de lluvia y aumenta el volumen del agua embalsada. En cuanto a su utilidad es obvia, ya que análogamente a la obra hidráulica, también tiene capacidad de descargarse.

Técnicamente, si aplicamos una tensión continua entre las armaduras de un condensador y dado que se encuentran separadas por un

dieléctrico (aislante) no se efectuará ningún paso de corriente, produciéndose el fenómeno de «embalse» al que hacíamos mención; más exactamente, se generará una condensación de electrones en la armadura conectada al polo negativo y una disminución en la «armadura negativa», conduciéndose igualmente a una polarización del dieléctrico, es decir, la carga consecuente de las caras del dieléctrico que están en contacto con los polos respectivos.

Hasta el momento ha quedado perfectamente descrito el proceso de carga del condensador; ahora bien ¿qué sucede en las épocas de «sequía» eléctrica? ¿cómo sacamos provecho del proceso de acumulación de corriente? Simplemente dejando de suministrar tensión conseguiremos la paralización del proceso de carga, aunque ésta se mantendrá debido al principio de atracción eléctrica entre las armaduras cargadas. Así pues, el movimiento siguiente para conseguir la descarga del condensador es cortocircuitar las armaduras exteriormente, con lo que tendrá lugar la necesaria descarga en un breve espacio de tiempo, volviendo el componente a su estado inicial. Para ser completamente exactos, hay que tener en cuenta que también se produce una cierta descarga con el tiempo, aunque no es significativa.

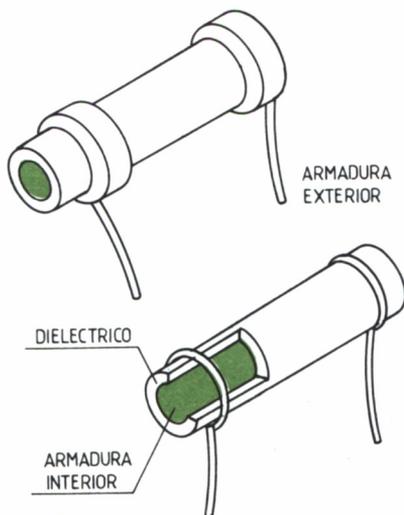


9.2.1. Esquema genérico de un condensador.

En cuanto a los componentes de un condensador son bastante simples: armaduras y dieléctrico. Este último es un material aislante, como el aire, papel, cerámica, plástico, mica, etc., para citar los más comúnmente utilizados. Por otra parte, ya hemos comentado la característica de la proximidad entre las armaduras; así pues, el dieléctrico se dispone en forma de lámina muy fina, estando la capacidad de un condensador en relación directa con la máxima proximidad de las armaduras, delimitadas por el grosor del dieléctrico, y la superficie de las mismas.

La capacidad es por tanto un valor tan importante en los condensadores, como la oposición al paso de las corrientes en las resistencias y por ello le dedicaremos un espacio más adelante a su medida. No obstante, en la explicación anterior hemos dejado colgando un extremo: ¿cuál es el comportamiento del condensador al someterse a corriente alterna?

En principio, empleando palabras llanas, podemos pensar que el dieléctrico va a «marearse» ante tensiones positivas y negativas, y efectivamente algo parecido es lo que ocurre, aunque más que marearse lo que no va es a polarizarse, máxime si la frecuencia de la



9.2.2. Condensador cerámico.

corriente es alta. Si el cambio de sentido de la tensión es muy rápido, el dieléctrico no podrá seguir el mismo ritmo en su polarización con lo que ésta disminuirá, generándose a su vez una disminución de la impedancia, llegando a ser aptos sólo determinados dieléctricos para ciertas frecuencias.

En todo caso y dado el proceso de carga y descarga sucesiva que acontece ante la tensión alterna, la corriente no pasa en realidad a través del dieléctrico, aunque sí se produce una circulación de la misma, lo cual nos lleva a una de las principales aplicaciones de los condensadores: la separación de corrientes continuas y alternas cuando ambas coexisten.

MEDICIÓN DE LA CAPACIDAD

Como ya hemos visto, la capacidad se constituye en la característica fundamental de un condensador, ya que se define como la acumulación de carga eléctrica al aplicársele una tensión determinada. Más concretamente, la capacidad de un condensador se define como la carga que éste almacena al aplicársele una tensión de un voltio. Esta se puede medir gracias a la siguiente fórmula:

$$C = Er \frac{Q}{V}$$

Donde C es la capacidad (faradios), Er la permitividad relativa del dieléctrico, Q la carga eléctrica (culombios) y V la tensión (voltios).

La capacidad depende de las dimensiones de las armaduras y el grosor del dieléctrico interpuesto entre ambas. Así, ésta se puede establecer también según la fórmula:

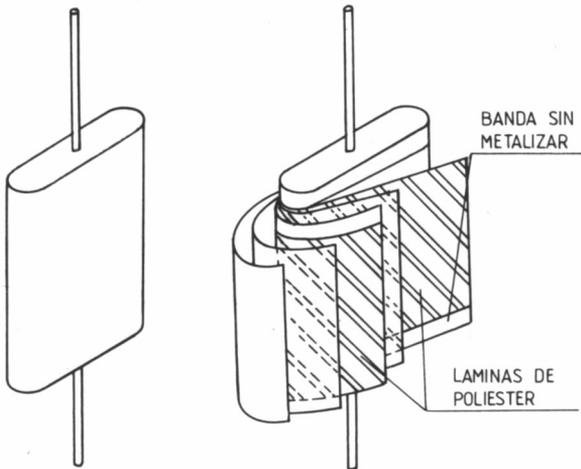
$$C = ErEo \frac{A}{D}$$

Donde C es la capacidad (faradios), D el espesor del dieléctrico (m), A la superficie de las armaduras enfrentadas (m²), Er la permitividad relativa y Eo la permitividad del vacío. Asimismo, existen tablas que indican los valores de la permitividad de los diferentes dieléctricos. Entre los más habituales se cuentan:

COLOR	1 BANDA	2 BANDA	3 BANDA	4 BANDA	5 BANDA	CONDENSADORES CERAMICOS Y POLIESTER
NEGRO	—	0	× 1	○ 10% ○ 20%	○ 250v ○ 400v	
MARRON	1	1	× 10			
ROJO	2	2	× 100			
NARANJA	3	3	× 1000			
AMARILLO	4	4	× 10000			
VERDE	5	5	× 100000			
AZUL	6	6	—			
VIOLETA	7	7	—			
GRIS	8	8	—			
BLANCO	9	9	—			

COLOR	CIFRA	CIFRA	PUNTO MULTIPLICADOR	TENSION MAXIMA	CONDENSADORES DE TANTALO GOTA
NEGRO	—	0		3 v	
MARRON	1	1			
ROJO	2	2	○ × 1	6,3v	
NARANJA	3	3	○ × 10	10 V	
AMARILLO	4	4	○ × 100	16v	
VERDE	5	5	○ × 10 ⁻²	25v	
AZUL	6	6	○ × 10 ⁻²	25v	
VIOLETA	7	7	○ × 10 ⁻¹	35v	
GRIS	8	8	○ × 10 ⁻¹	35v	
BLANCO	9	9	○ × 10 ⁻¹	35v	

9.2.3. Códigos de colores para el valor de los condensadores.



9.2.4. Condensador de poliéster metalizado.

Vacío	1
Aire seco	1,00059
Polietileno	2 a 3
Papel impregnado	4 a 6
Vidrio	4 a 7
Mica	4 a 7
Porcelana	80 a 100
Porcelana de alta E	Más de 1.000

La unidad de medida de la capacidad en condensadores es el faradio, aunque se produce una paradoja: es una unidad que en la práctica no se utiliza, dado que es excesivamente grande. Las unidades utilizadas comúnmente son por tanto submúltiplos del faradio:

— Microfaradio o millonésima de faradio (0,000,001F), representada por el símbolo μF .

— Nanofaradio o milmillonésima de faradio (0,000.000.001 F = 0,001 μF), representada por el símbolo nF.

— Picofaradio o billonésima de faradio (0.000.000.000.001 F = 0,000.001 F = 0,001 nF), representada por el símbolo pF.

Es importante saber también que siempre que se utiliza la letra K para designar el valor de un condensador, éste se expresa en picofaradios, o más propiamente hablando, en miles de picofaradios. Así pues, 1 KpF equivale a 1.000 pF o lo que es lo mismo, 1nF.

Como en el caso de las resistencias, algunos condensadores indican su capacidad mediante un código de colores, de los cuales los tres primeros determinan la capacidad y los tres siguientes, si es que existen, la tensión de funcionamiento, estando el último destinado a la tolerancia. Esta nos indica en porcentaje la precisión en la medida de la capacidad del condensador, que en cuanto al código de color sigue el mismo que las resistencias, teniendo en cuenta que la unidad de referencia es el picofaradio.

De esta manera, si nos encontramos con un condensador que tenga las tres primera franjas de los colores marrón, negro y naranja, nos indica que tiene una capacidad de 10.000 picofaradios, es decir 10 nanofaradios. Por otra parte, las tolerancias más habituales son del 5 %, 10 % y 20 %, llegando hasta el 50 % en los electrolíticos.

ASOCIACIÓN DE CONDENSADORES

Al igual que en el caso de las resistencias, los condensadores los

podemos asociar tanto en serie como en paralelo. Si los asociamos en paralelo, la capacidad total será igual a la suma de cada una de las capacidades de los condensadores puestos en paralelo.

$$C = C_a + C_b + C_c + \dots$$

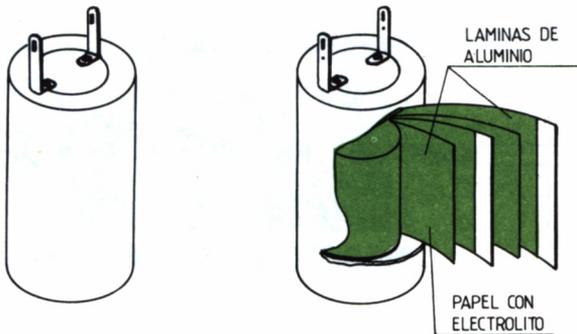
Si por el contrario, los condensadores los ponemos en serie, la capacidad total la podremos calcular aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_a} + \frac{1}{C_b} + \frac{1}{C_c} + \dots$$

En el caso de la asociación en serie, el voltaje de trabajo resultante será igual a la suma de los voltajes de cada uno de los condensadores. Esto es particularmente útil para obtener una tensión de trabajo superior a la de los condensadores de que dispongamos en ese momento.

TIPOS DE CONDENSADORES

Pasaremos ahora a una breve descripción del proceso de fabricación de los condensadores, que sin duda resultará un dato curioso, además de darnos a conocer los diferentes tipos de ellos que existen en el mercado.



9.2.5. Condensador electrolítico de aluminio.

PAPEL IMPREGNADO

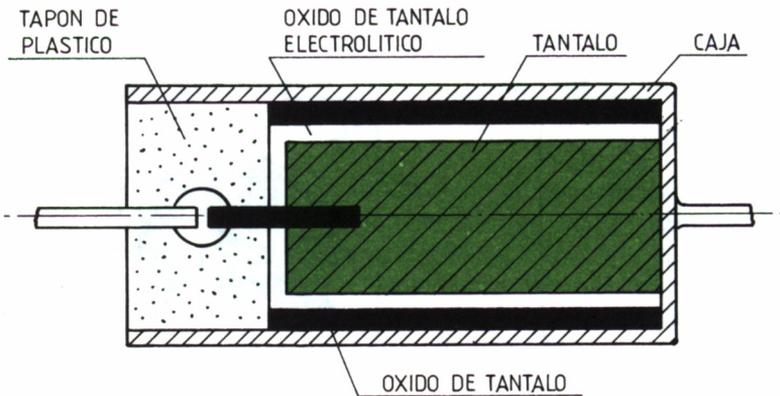
Se fabrican arrollando las armaduras, constituidas por hojas de aluminio, cobre o estaño entre dos hojas de papel impregnado de aceite mineral. A continuación se bobinan sobre un soporte cilíndrico procediéndose a soldar sus terminales, acoplándose finalmente el conjunto en una cápsula.

CERAMICO

Se toma un cilindro de cerámica y se metaliza su zona externa e interna, generalmente mediante una capa de aluminio. Los terminales se aplican mediante un casquillo soldado o arrollado al tubo y finalmente el conjunto se protege con un envoltorio aislante.

PLASTICO

En esta ocasión, la metalización la sufren un par de láminas de plástico arrolladas entre sí. Los terminales se acoplan a las bases del cilindro formado, recubriéndose el conjunto con una cobertura aislante.



— 9.2.6. Condensador electrolítico de tantalio.

MICA

Se fabrican en base a una o varias láminas planas dispuestas alternadamente y protegidas con cera mineral, resina o cerámica. Debido a su composición, son extraordinariamente estables.

CONDENSADORES ELECTROLITICOS

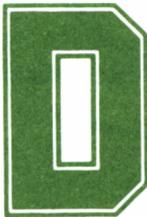
Estos pueden ser de aluminio tántalo, dando en cualquier caso las mayores capacidades en relación con su volumen.

En el proceso de fabricación de los primeros, se emplean dos láminas de aluminio que actúan como armaduras y óxido de aluminio como dieléctrico. Sobre este último, se deposita una lámina de papel recubierta de un líquido conductor, denominado electrolito, que sirve para aportar el contacto eléctrico al papel. Finalmente, el conjunto es arrollado e insertado en una cápsula de aluminio que se cierra herméticamente. Esta se utiliza frecuentemente como contacto para uno de los terminales, estando el restante conectado a la otra lámina.

La fabricación de los electrolíticos de tántalo es muy similar a la del anterior, aunque lógicamente se emplea este material para su construcción. Su forma, generalmente es de gota, por lo que son fácilmente distinguibles.

Es muy importante saber que este tipo de condensadores es de polaridad fija, por lo que es fundamental prestar atención a su posición a la hora de su montaje. En los de aluminio, el terminal positivo se reconoce fácilmente porque en la cápsula se aprecia un estrangulamiento cerca de él. En cuanto a los de tántalo, se indica claramente en su cuerpo la situación de este terminal.

COMPONENTES AUXILIARES



entro de este capítulo daremos una breve descripción de componentes que, sin ser específicamente electrónicos, encontraremos en casi la totalidad de los circuitos. Tal es el caso de los transformadores, conectores, relés y placa de circuito impreso.

TRANSFORMADORES

El transformador es un elemento capaz de cambiar el voltaje de una corriente alterna. En él lo que permanece constante es el producto entre el voltaje y la intensidad, es decir, la potencia. Su funcionamiento está basado en el fenómeno de inducción electromagnética.

Si arrollamos sobre un núcleo dos bobinados distintos y a uno de ellos le aplicamos una corriente alterna, inducirá sobre el otro bobinado una corriente también alterna, cuyo voltaje está en función de la

relación existente entre el número de espiras de ambos bobinados.

Así, por ejemplo, si tenemos un transformador cuyo primer bobinado o primario tiene el doble de espiras que el segundo bobinado o secundario, inducirá sobre éste una corriente alterna con un voltaje igual a la mitad del aplicado al primario. Por el contrario, la intensidad será el doble, puesto que la potencia es constante.

RENDIMIENTO

El rendimiento es un factor muy importante, ya que nos indica qué calidad tiene el transformador. Aparece como consecuencia de que en la práctica no toda la potencia suministrada al primario la obtenemos en el secundario, puesto que en el transformador existen pérdidas de flujo magnético. También es debido a que el hilo con el que construimos los bobinados tiene una resistencia, que, aunque pequeña, es suficientemente importante como para que una parte de la potencia se disipe en forma de calor.

El rendimiento se define entonces como el cociente entre la potencia obtenida y la potencia entregada:

$$\text{Rento.} = \text{pot.sec./pot.prim.}$$

Este valor será siempre menor que 1, puesto que éste sería el rendimiento en condiciones ideales.

ESTRUCTURA

Las partes constituyentes de un transformador son:

- Núcleo.
- Bobinado.

En cuanto al tamaño del núcleo, los factores determinantes son la potencia del transformador y la frecuencia de trabajo. Cuanto mayor sea la potencia que deba entregar el transformador, mayores serán las dimensiones del núcleo del mismo.

Sin embargo, con la frecuencia de trabajo ocurre lo contrario. Cuanto más alta es ésta, menor es el tamaño del núcleo.

La forma del bobinado depende del uso al que se destine. En aplicaciones de alta frecuencia el núcleo suele ser una barra de ferrita.

Por su parte, si el transformador es de alimentación, el núcleo

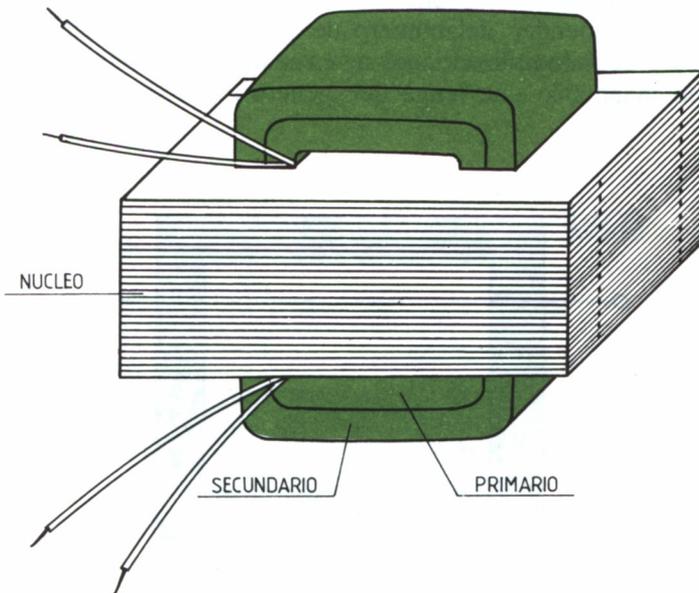
suele ser de chapas en forma de E-1 apiladas y sujetas con tornillos.

Ultimamente se emplea otro tipo de núcleo denominado toroidal, con forma de rosquilla, obteniéndose mejores rendimientos que en el tipo anterior, puesto que la dispersión del campo magnético es menor, así como el número de espiras de los bobinados.

BOBINADO

Los bobinados de los transformadores se realizan con hilo de cobre esmaltado, para asegurar el aislamiento eléctrico entre espiras contiguas. Usualmente se arrollan el primario y el secundario apilados uno sobre otro, intercalando una capa de aislante eléctrico como el papel entre ambos bobinados. También se pueden arrollar uno al lado del otro.

La sección del hilo empleado, lógicamente, depende de la potencia del transformador. Cuanto mayor sea ésta, mayor será el diámetro del hilo.



9.3.1. Esquema genérico de un transformador.

LOS RELÉS

El relé es un componente capaz de cerrar o abrir un contacto eléctrico a partir de una pequeña corriente. Se emplea como intermediario entre una pequeña señal de control y una gran tensión a controlar. Uno de sus usos más frecuentes está en los automatismos electrónicos, que deben controlar aparatos conectados a la red eléctrica, como, por ejemplo, las luces de una escalera.

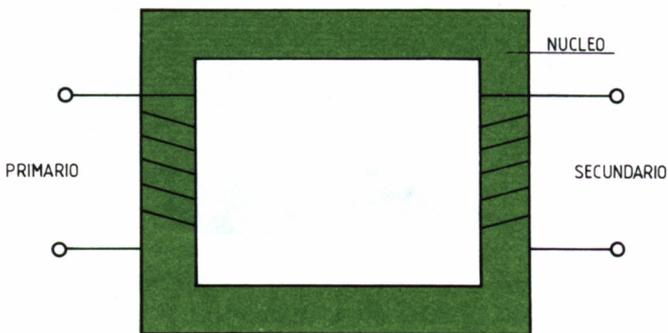
Asimismo son muy empleados en los automóviles, en los cuales los interruptores del panel controlan los relés que se encargan de cerrar el circuito para encender las luces o poner algo en marcha.

Aunque existen varios tipos de relés, aquí describiremos el de mayor difusión, del cual derivan todos los demás.

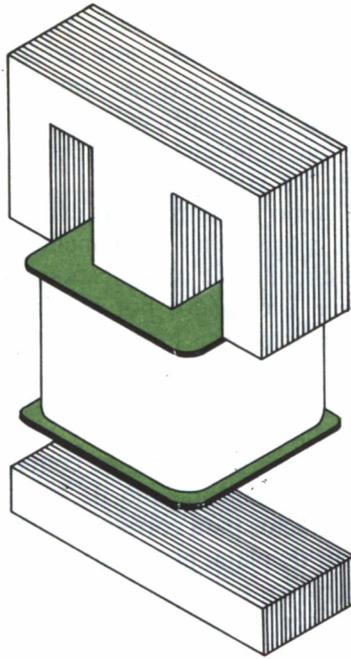
- Estructuralmente, los relés pueden ser divididos en dos bloques:
- Circuito de excitación y
 - Circuito de conmutación.

Dentro del circuito de excitación podemos distinguir la bobina y el conjunto magnético.

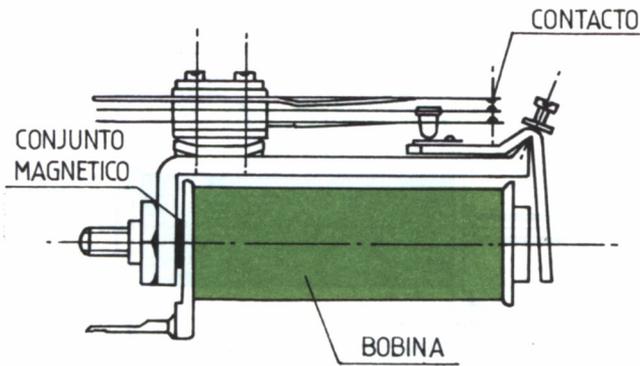
La bobina es la que recibe la corriente de control. Está formada por un arrollamiento de hilo de cobre esmaltado. Su función es la de producir un campo magnético sobre el núcleo. Las características de la bobina dependen del número de espiras del arrollamiento y del diámetro del hilo utilizado, que a su vez varían según la intensidad del campo magnético que tenga que generar.



9.3.2. El transformador está constituido por dos bobinas arrolladas sobre un mismo núcleo.



■ 9.3.3. El transformador se compone de carrete bobinado y núcleo dividido en dos partes.



■ 9.3.4. Esquema genérico de un relé.

El conjunto magnético está formado por:

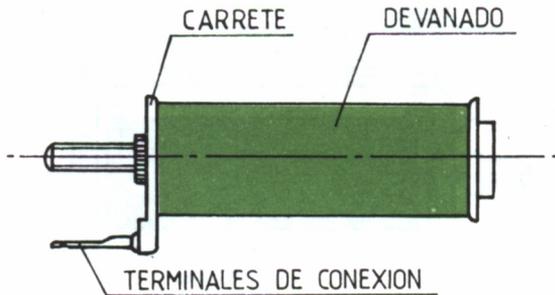
- El núcleo, a cuyo alrededor esté arrollada la bobina.
- La armadura fija, que sirve de soporte al relé.
- Armadura móvil. Es la parte del relé que se mueve atraída por el campo magnético que la bobina genera sobre el núcleo y que en su movimiento desplaza los contactos.

Tanto el núcleo como las armaduras están fabricadas con hierro dulce para evitar el magnetismo permanente.

Por su parte, los circuitos de conmutación son el conjunto de contactos que se mueven accionados por la armadura móvil.

Si el grupo de contactos está formado por dos láminas la función del relé es la de un interruptor. Pero si el grupo de contactos está formado por tres láminas su función es la de un conmutador, es decir, cuando cierra un circuito, abre el otro y viceversa.

Un relé puede tener varios grupos de contactos accionados por la misma armadura móvil, dependiendo de la función a desempeñar. Generalmente los contactos para corrientes débiles de hasta un amperio se fabrican a partir de plata, plata-paladio y oro. Para intensidades mayores de un amperio los contactos son más grandes y los materiales con que se fabrican son la plata dura y el wolframio.



9.3.5. Bobina de excitación de un relé.

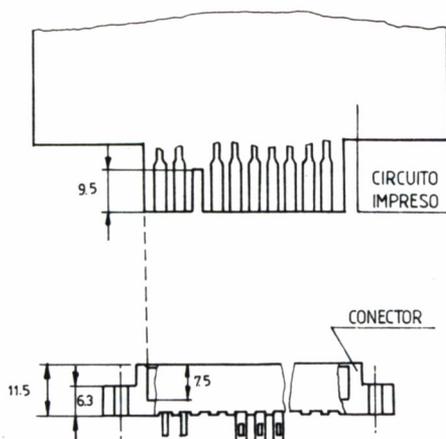
LOS CONECTORES

Siempre que es necesario conectar líneas eléctricas de manera que se puedan separar en el momento que deseemos hacen su aparición los conectores. Un conector es desde el simple enchufe a la sofisticada clavija que une una cámara de vídeo con el magnetoscopio.

Prácticamente existen tantos conectores como aplicaciones posibles. Hay conectores que se sueldan directamente a la placa de circuito impreso, que se atornillan al chasis del aparato o que simplemente están en el aire. Para que puedan encajar uno en otro es necesario que dentro de la misma clase de conectores exista uno macho y otro hembra. Normalmente, la carcasa es la que sirve de soporte para los contactos y está fabricada de material aislante, en especial de resinas plásticas.

Los contactos están separados de una forma regular y se denomina paso del conector a la distancia existente entre dos conectores contiguos.

Dependiendo del uso al que se destine el conector, el material con que se fabrica será uno u otro. Suelen ser el cobre o sus aleaciones, el latón o el bronce, los más empleados. En caso de que se requiera un conector de elevada calidad los contactos se recubren mediante electrolisis de plata, oro e incluso de platino.



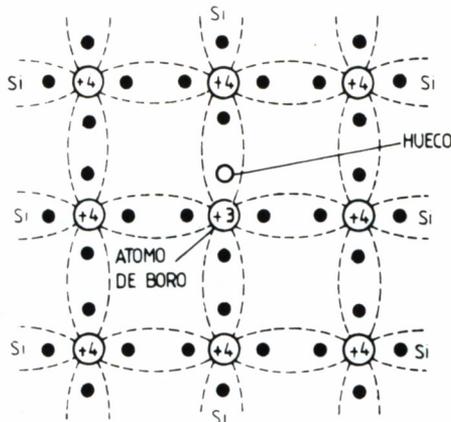
9.3.6. Contacto habitualmente empleado en los circuitos impresos.

EL DIODO

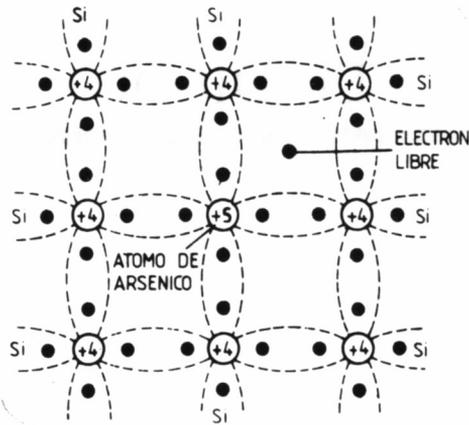
A

unque existen dos clases de diodos: el de vacío y el semiconductor, en este capítulo hablaremos exclusivamente del segundo.

El diodo semiconductor presenta una serie de ventajas sobre el de vacío, como:



9.4.1. Los huecos se producen al introducir impurezas en la red cristalina del silicio con la creación de un semiconductor tipo P.



9.4.2. La introducción de impurezas donadoras dejará electrones libres, formándose los semiconductores tipo N.

- Su tamaño es mucho más reducido.
- Sólo tiene dos terminales, lo cual facilita su montaje.
- El calor generado durante su funcionamiento es insignificante.
- Funciona con tensiones mucho más bajas, lo que le hace idóneo en equipos alimentados por pilas.
- Es mucho más barato.

Estas razones hacen que en la actualidad el diodo de vacío no se utilice prácticamente nunca.

ESTRUCTURA

El diodo semiconductor está constituido fundamentalmente por una unión P-N, con un terminal de conexión en cada uno de los contactos metálicos de sus extremos y una cápsula que aloja todo el conjunto. La cápsula puede ser de vidrio, cerámica, plástico e incluso metálica en los tipos de alta potencia.

En el exterior de la cápsula se encuentran los terminales de conexión, correspondiendo uno al ánodo (zona P) y el otro al cátodo (zona N).

El diodo deja circular corriente a su través cuando el ánodo está

conectado al polo positivo y el cátodo al negativo, oponiéndose al paso de la misma si se conecta a la inversa.

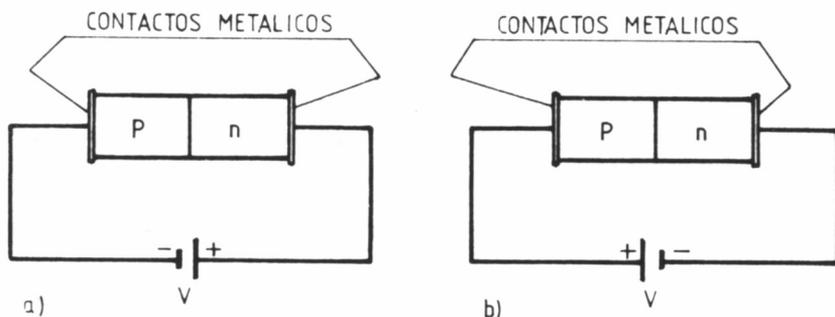
Esta interesante propiedad es asiduamente utilizada en prácticamente todos los equipos electrónicos para la conversión de corriente alterna en corriente continua, denominándose este proceso rectificación de corriente.

De esta forma, si aplicamos a un diodo una corriente alterna únicamente circulará corriente cuando el ánodo sea más positivo que el cátodo, quedando bloqueada la circulación de la misma mientras que el ánodo sea más negativo que el cátodo.

CLASIFICACIÓN

Actualmente existen en el mercado gran variedad de tipos de diodos semiconductores. Atendiendo a sus características más destacadas, los podemos clasificar en:

- Diodos rectificadores.
- Diodos de señal de uso general.
- Diodos de conmutación.
- Diodos de alta frecuencia.
- Diodos estabilizadores de tensión.
- Diodos especiales.



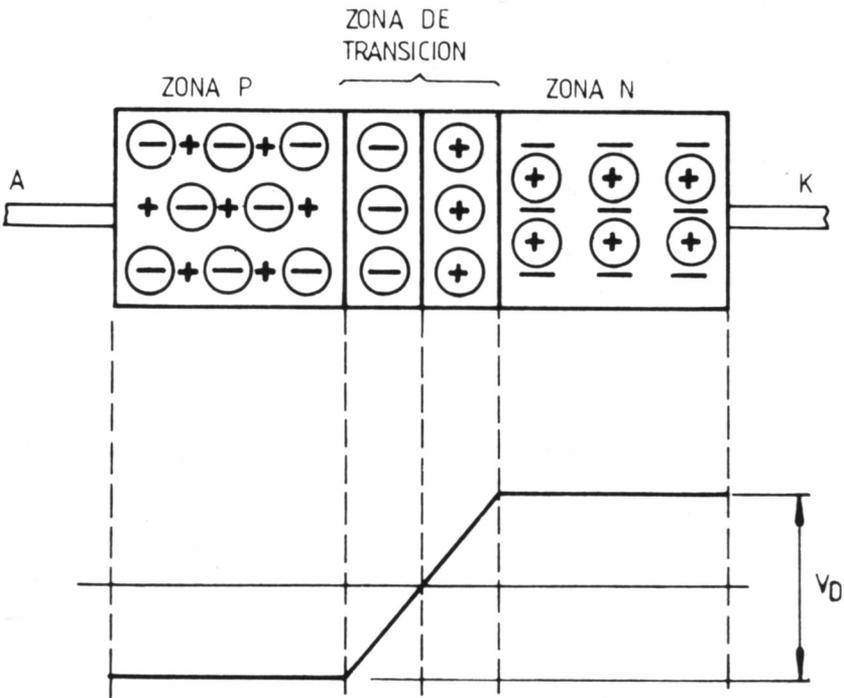
9.4.3. Polarización de las uniones PN en inverso (a) y en directo (b).

DIODOS RECTIFICADORES

Aunque estos diodos están pensados para la función que indica su nombre, los tipos de baja potencia pueden servir como diodos de señal o conmutación en circuitos de continua o baja frecuencia y en aquellos de tipo digital que no requieran velocidades elevadas.

El encapsulado de estos diodos depende de la potencia que disipen. Para potencias de hasta un vatio aproximadamente se emplea el plástico. Por encima de esta potencia se utilizan cápsulas metálicas, estando preparadas para poder ser instaladas en un disipador de calor en el caso de potencias muy elevadas.

Dado que generalmente se utiliza más de un diodo para la rectificación, conectándolos de una forma denominada «puente», existen tipos de encapsulado que contienen en su interior cuatro diodos, existiendo numerosos tipos de puentes para diversas potencias en distintos encapsulados.



9.4.4. Gráfico de la diferencia de potencial creada a ambos lados de la unión en un diodo semiconductor.

DIODOS DE SEÑAL

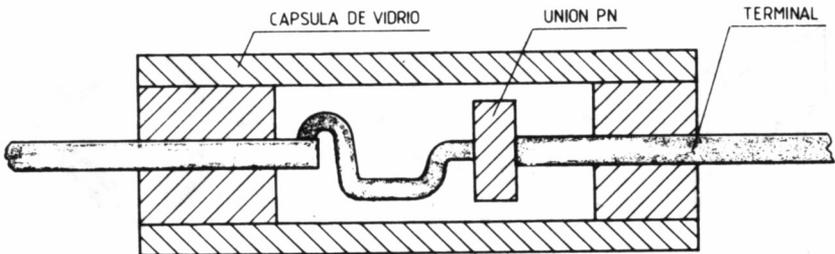
Los diodos de señal de uso general se emplean en funciones de tratamiento de señal dentro de un circuito, o bien para realizar operaciones digitales formando parte de las puertas lógicas y de circuitos equivalentes. Estos diodos son de baja potencia.

DIODOS DE CONMUTACIÓN

Este tipo de diodos, también denominado de tipo «rápido», se caracterizan por ser capaces de trabajar con señales digitales o lógicas que presentan unos tiempos de subida y bajada de sus flancos muy breves.

El parámetro que caracteriza a estos diodos es el «tiempo de recuperación inverso» (TRR), que expresa el tiempo que tarda la unión P-N en desalojar la carga que acumula, cuando se encuentra polarizado inversamente, y recibe súbitamente un cambio en la polarización.

Los diodos con un TRR inferior a 400 nanosegundos en tipos de mediana potencia, y de 5 nanosegundos para los de baja potencia, son considerados como rápidos.



9.4.5. Diodo de contacto puntual.

DIODOS DE ALTA FRECUENCIA

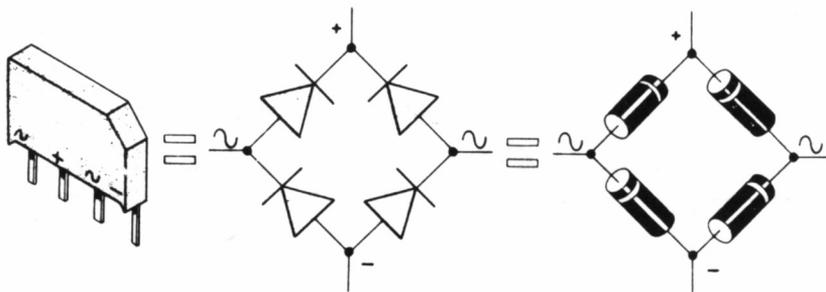
Este tipo de diodos es empleado en aquellas partes de un circuito que funcionan con frecuencias superiores a un megahertz.

Se caracterizan porque presentan baja capacidad de difusión entre las zonas que forman la unión P-N cuando están polarizadas en sentido directo.

DIODOS ZENNER

Este tipo de diodos se emplean en aplicaciones de estabilización de tensión. Para su funcionamiento aprovechan un hecho muy interesante que se produce cuando se polariza inversamente. Normalmente en estas circunstancias el diodo no deja pasar corriente, o pasa una corriente debilísima; pero al alcanzar una tensión determinada, conocida como tensión zener, se produce un aumento de la cantidad de corriente, de tal forma que la diferencia de potencial entre sus extremos permanece prácticamente constante.

Existe una gama bastante extensa de tensiones zener normalizadas en potencias que van desde un cuarto de vatio hasta varias decenas de vatios.



9.4.6. *Puente rectificador de onda completa constituido por cuatro diodos iguales.*

DIODOS ESPECIALES

Este grupo lo constituyen los diodos varicap, diodos túnel y diodos LED.

En los primeros lo que se busca es acentuar la propiedad que presenta la unión P-N de comportarse como un condensador cuando se polariza inversamente. Dicha capacidad es variable con la tensión aplicada a sus terminales, lo cual permite disponer de una forma muy sencilla de condensadores variables. Su empleo está muy extendido en sintonizadores, tanto en receptores de radio como de televisión.

El diodo LED presenta la particularidad de emitir luz cuando es polarizado directamente. Ultimamente su utilización se ha ido extendiendo progresivamente, encontrándose desde la simple forma de piloto indicador de encendido, pasando por displays numéricos o alfanuméricos, hasta indicadores de potencia y nivel, sustituyendo al clásico instrumento de aguja.

Existen tipos que emiten luz roja, amarilla, verde e incluso azules y bicolores, en multitud de formas y tamaños. También existen tipos que emiten luz infrarroja, utilizándose en instalaciones de alarma y en los telemandos de televisores, vídeos y equipos de música.

Recientemente se han desarrollado tipos que emiten luz láser, empleándose como emisores en comunicaciones por fibra óptica.

TRANSISTORES

E

n la actualidad, el transistor se ha convertido en el componente electrónico básico por excelencia.

Lo podemos encontrar bajo dos formas distintas, bien como componente discreto (un transistor en una cápsula), o bien formando parte de un circuito integrado, en cuyo interior pueden haber hasta miles de transistores.

ESTRUCTURA DEL TRANSISTOR BIPOLAR

La definición más sencilla de un transistor es la de un diodo al que se le agrega una nueva unión semiconductor. De esta forma, obtendremos dos tipos de transistores: unos con uniones PNP y otro con uniones NPN.

La característica que diferencia a un transistor de cualquier otro componente semiconductor, es que podemos controlar la corriente que lo atraviesa, mediante otra relativamente pequeña aplicada a la unión central. Esto se denomina amplificación, ya que la corriente

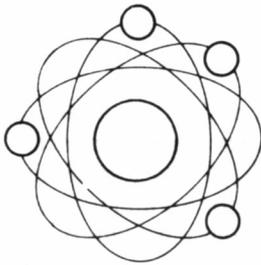
que circula a través del transistor tiene la misma forma que la aplicada al terminal central, pero con una intensidad y voltaje superior.

FUNCIONAMIENTO

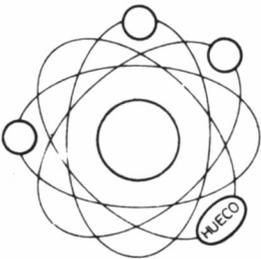
Como ya sabemos, el transistor tiene tres zonas, cada una de las cuales recibe los siguientes nombres: base (zona central), colector (uno de los extremos) y emisor (el terminal restante). Por otra parte, dependiendo de la forma en que conectemos o polaricemos cada una de las tres zonas, podremos distinguir cuatro modos de funcionamiento:

POLARIZACION DIRECTA

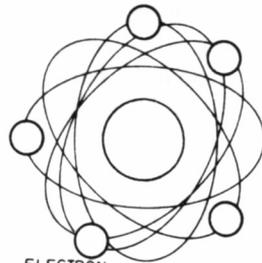
Decimos que un transistor NPN está polarizado directamente cuando la base es positiva con respecto al emisor y negativa con respecto al colector. Por su parte, el colector es positivo con respecto al



ATOMO EN
ESTADO INTRINSECO



ATOMO DE
SEMICONDUCTOR
TIPO P



ATOMO DE
SEMICONDUCTOR
TIPO N

9.5.1. *Atomos en los materiales semiconductores.*

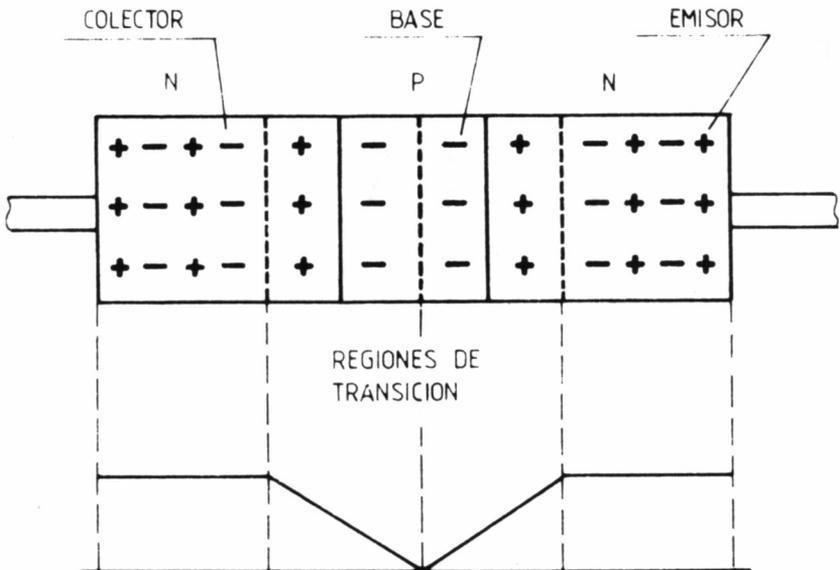
emisor. En esta situación, circula corriente del colector al emisor, siendo la magnitud de esta corriente un múltiplo de la corriente de base. En este modo de funcionamiento el transistor tiene un comportamiento lineal, diseñándose los circuitos analógicos (amplificadores) para que funcionen de esta forma.

POLARIZACION INVERSA

Si polarizamos en directo la unión colector-base, y la unión base-emisor en inverso, el transistor únicamente conducirá una pequeñísima corriente, denominada de fuga. Por lo tanto, el transistor nunca se hace funcionar de esta forma.

SATURACION

El transistor se encontrará en saturación cuando la tensión existente entre colector y emisor controla la corriente de colector. Este



9.5.2. Uniones formadas en el interior de un transistor.

modo de funcionamiento se utiliza cuando empleamos el transistor como conmutador.

CORTE

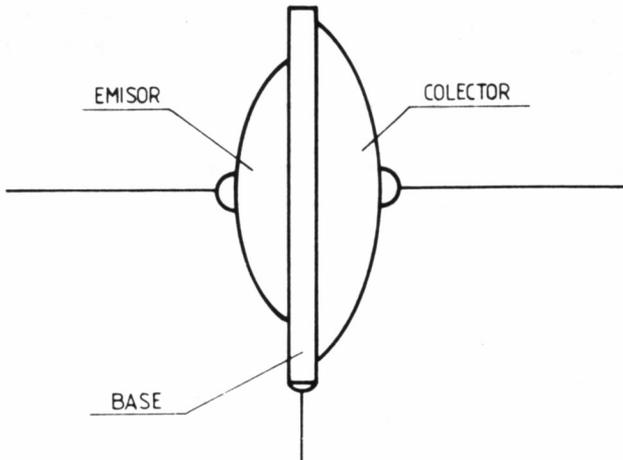
En estas condiciones el transistor no conduce, puesto que la tensión existente entre la base y el emisor no es lo bastante grande como para polarizar la unión, ya que toda unión P-N necesita una tensión mínima para conducir.

Todos los casos expuestos anteriormente son referidos a un transistor tipo NPN. Pero también son aplicables a los PNP con la salvedad de que las polarizaciones y los sentidos de corriente son a la inversa.

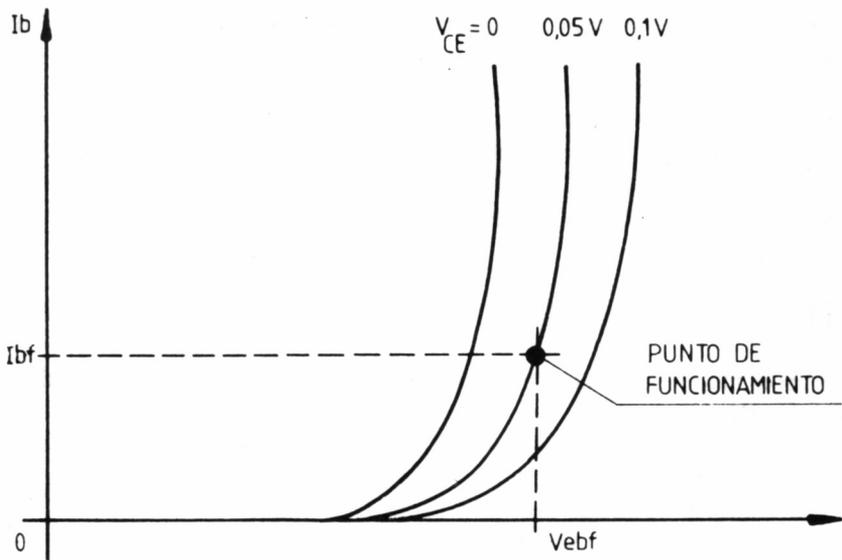
Una característica muy interesante del transistor es la de que es capaz de proporcionar corriente constante independientemente del valor resistivo de la carga.

CARACTERÍSTICAS

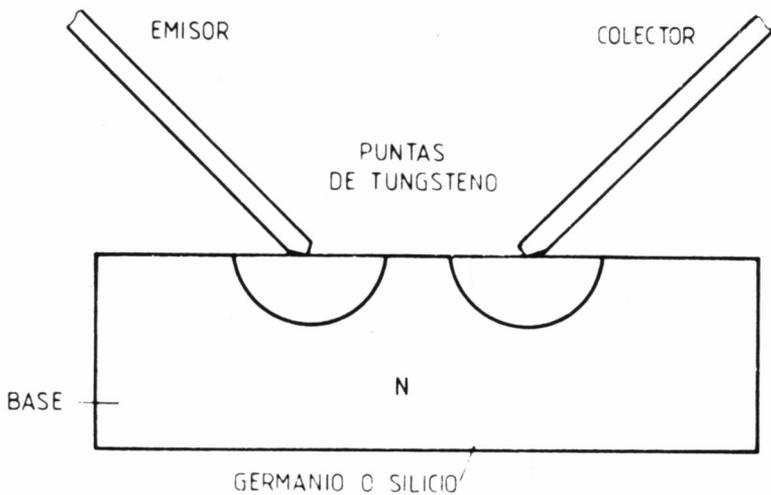
Las características de un transistor generalmente vienen definidas por diagramas cartesianos, en los que se expresan las llamadas «cur-



9.5.3. Esquema genérico de un transistor.



9.5.4. Ejemplo de curvas características de entrada.



9.5.5.—Transistor por contacto puntual.

vas de características». Dado que existe gran multitud de transistores, podremos elegir el tipo más adecuado consultando dichas curvas. En dichos diagramas se representan las intensidades de base, colector y emisor con respecto a las tensiones aplicadas y las configuraciones en que se emplee el componente.

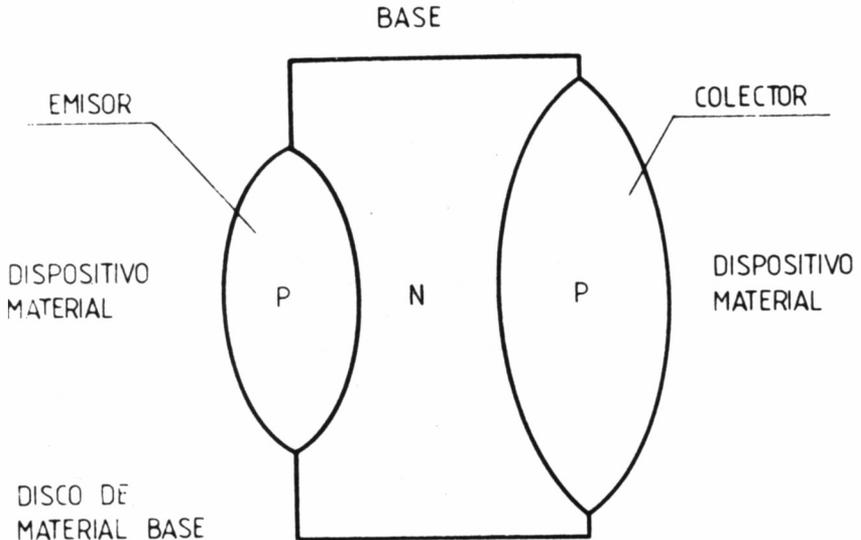
Las curvas más interesantes son en las que se indican las características de entrada y salida y los valores máximos de tensión y corriente que nunca deberán ser superados durante su funcionamiento.

TIPOS DE TRANSISTORES

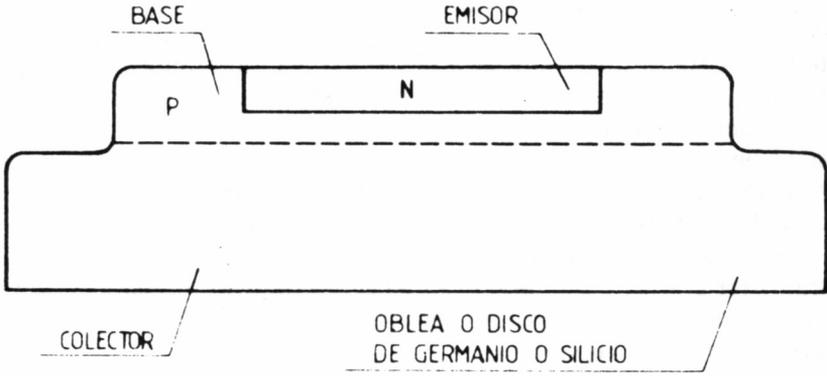
Son muchas las familias de transistores existentes en el mercado:

- BIPOLARES.
- FET.
- MOS.
- VMOS.
- UNIUNION (UJT).

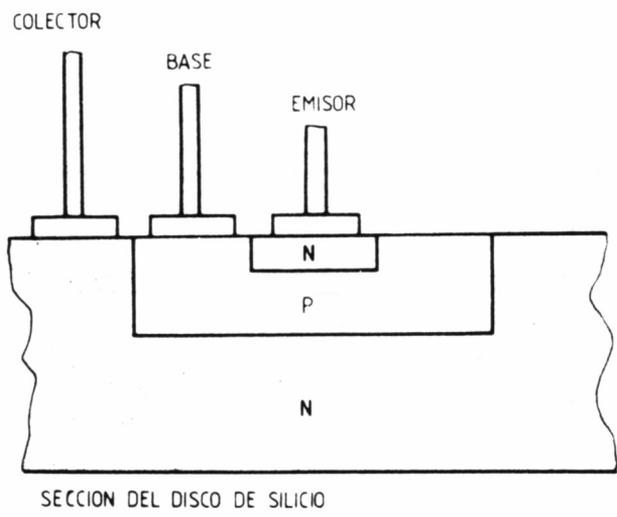
Los primeros han sido descritos con anterioridad, distinguiéndose, como ya hemos visto, dos tipos: NPN y PNP. Por otra parte, en



— 9.5.6. Transistor con tecnología de aleación.



9.5.7. Transistor obtenido por difusión.



9.5.8. Transistor de tecnología planar.

conjunto se denomina al resto de los transistores, unipolares, entre los cuales los más importantes son los arriba mencionados.

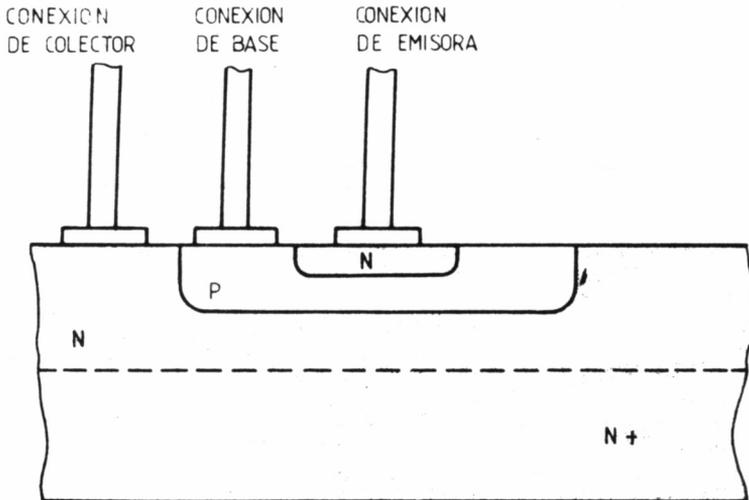
FET

Su denominación completa es *Field-Effect-Transistor* y cumplen con la función típica de control de la corriente que corresponde a todos los transistores, gracias a la tensión aplicada sobre uno de sus terminales, conocido por el nombre de Puerta. Sus otros dos terminales se denominan Fuente y Drenador, y su unión constituye una zona semiconducta de tipo P o N, llamada Canal. A su vez, existe otra zona de signo opuesto conectada a la Puerta, de forma que se establece entre ambas regiones una unión P-N o N-P.

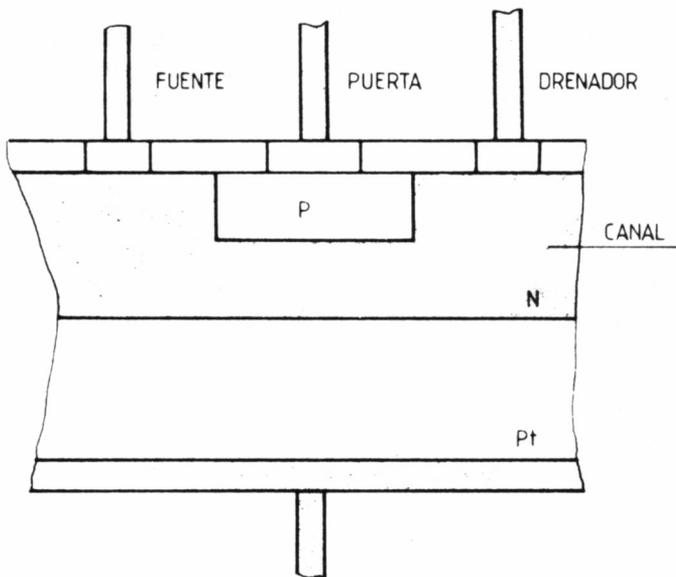
Se observa la posibilidad de alterar la corriente que circula por el transistor gracias a una tensión variable de control aplicada a la puerta, sin ser necesario absorber corriente de ella. Dicho efecto puede emplearse para amplificar.

MOS

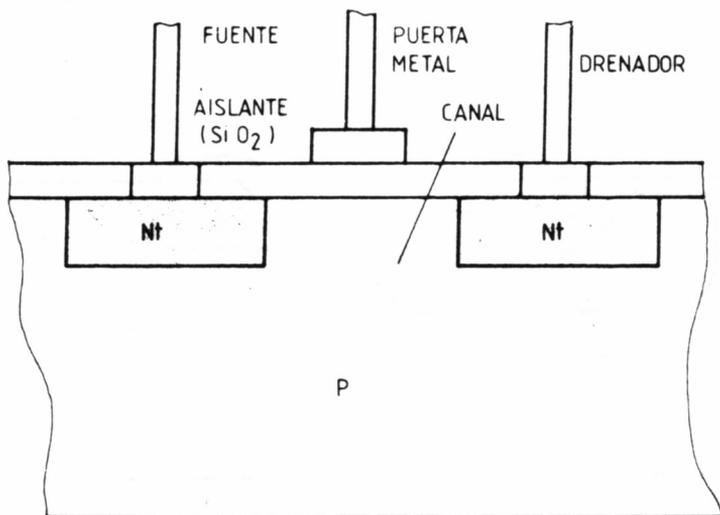
Se trata de otro transistor FET, cuyo nombre se deriva de las siglas de las regiones que lo integran: Metálica. Oxido de silicio y zona Semiconductora.



9.5.9. Transistor de tecnología planar-epitaxial.



9.5.10. Transistor FET.



9.5.11. Transistor MOS.

Su diferencia estriba en el proceso de fabricación, estableciéndose de forma análoga a los FET un canal entre la fuente y el drenador, cuya resistencia se controla gracias a la tensión aplicada a la puerta.

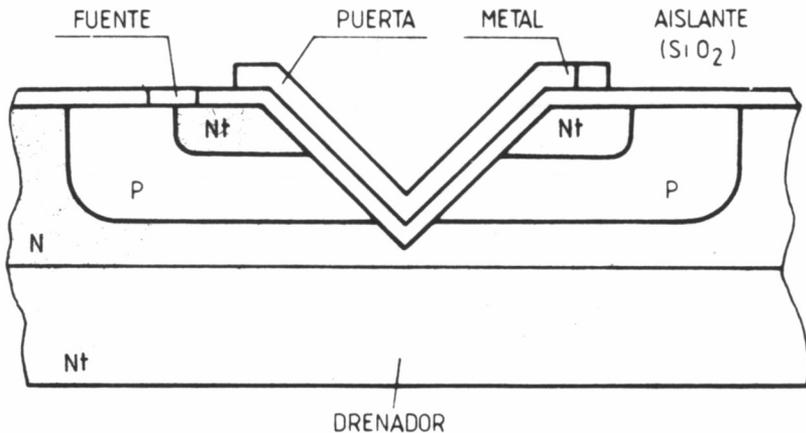
Estos dos tipos de transistores se pueden emplear para idénticas aplicaciones que los bipolares, aventajándolos en sus características eléctricas.

VMOS

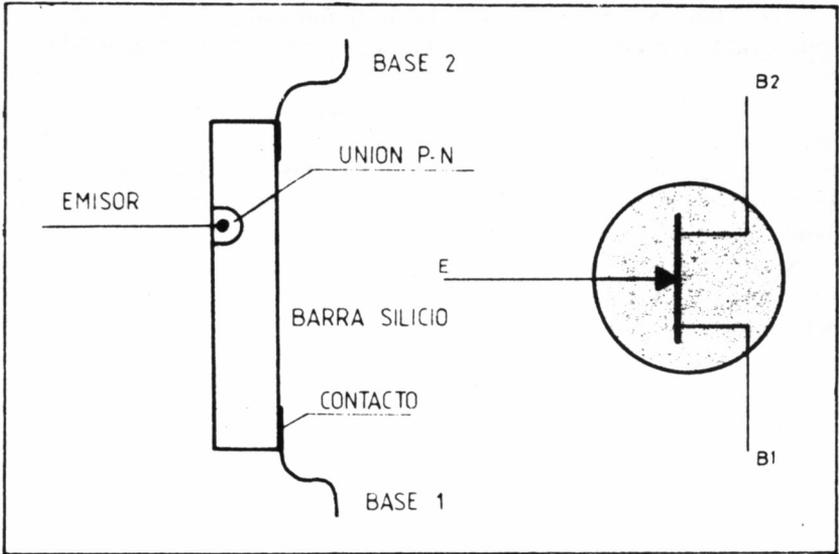
Ultimamente ha hecho su aparición en el mercado esta variante de los MOS, cuya única diferencia estriba en la disposición en forma semejante a una pirámide invertida de su estructura. Su principal característica es una baja resistencia interno, lo cual los hace apropiados para amplificadores de potencia, así como la conmutación, con funciones de interruptor.

UJT

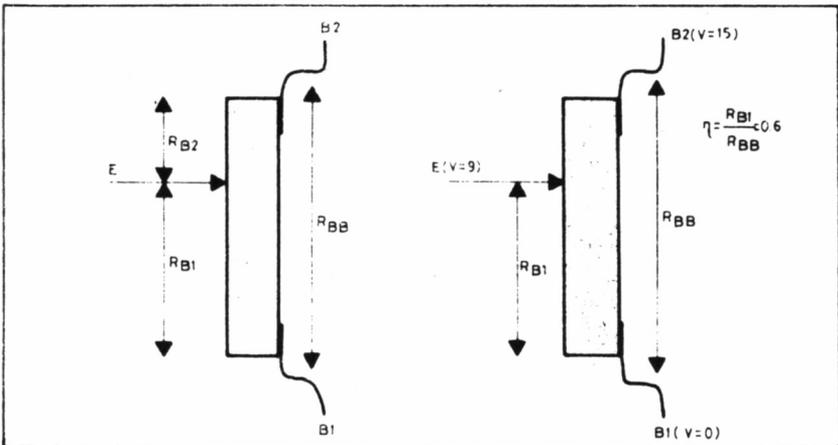
Su nombre proviene de *UniJunction Transistor*, y se trata concretamente de una barra semiconductora, cuyos extremos conforman los terminales denominados bases, que generalmente se indican como B1 y B2.



9.5.12. Transistor VMOS.



9.5.13. Transistor UJT y símbolo utilizado para su representación.



9.5.14. Funcionamiento bajo tensión del transistor uniunión.

Entre ambas bases se conecta un terminal conocido como emisor, conformándose una unión semiconductor P-N, correspondiendo la zona P al emisor y la N a la barra.

Entre el emisor y los extremos de la barra semiconductor, ésta va presentando una resistencia eléctrica determinada (RB_1 y RB_2), cuya suma es igual a la resistencia entre ambas bases (R_{BB}). La relación entre RB_1 y R_{BB} viene indicada por el fabricante, constituyendo la llamada «relación intrínseca».

Según la tensión aplicada entre las bases y en relación directa a la «intrínseca» del transistor, se producirá o no circulación de corriente del emisor a la base 1.

LÓGICA DE TRANSISTORES

La familia lógica TTL es posiblemente la más popular. Existen en versiones de circuito integrado una gran variedad de circuitos lógicos TTL. Sus características principales son su rapidez de conmutación (el tiempo de conmutación de una puerta NAND es típicamente de siete manosegundos), su gran capacidad de corriente de salida y su gran robustez eléctrica. Sin embargo, su tensión de alimentación debe mantenerse muy cerca de +5 V para su buen funcionamiento y la inmunidad frente a ruido (parásitos e interferencias) no es demasiado buena. Su consumo de corriente es también grande.

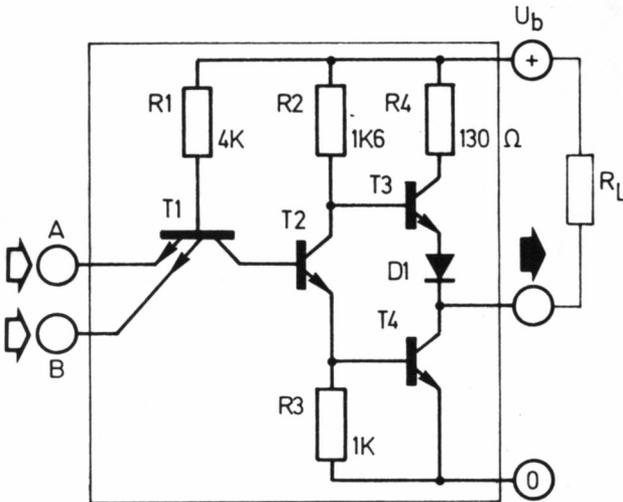
LA PUERTA NAND TTL

Existen en las puertas NAND TTL dos configuraciones de salida: normal (también llamada «totem») y de colector abierto. En la figura puede verse una puerta NAND de configuración «totem».

Es interesante observar que el transistor de entrada tiene varios emisores, cada uno de los cuales funciona como un emisor normal de un transistor NPN normal. Sin embargo, la explicación será más clara si imaginamos que el transistor equivale a tres diodos, cada uno con un ánodo dirigido hacia R1. La puerta funciona así:

Si ambas entradas están en 1 (o flotantes) T1 no conducirá corriente alguna de base de emisor. Sin embargo, sí conducirá una cierta de base para T2 (a través del tercer diodo equivalente a la unión colector-base de T1). T2, por consiguiente, está conduciendo. Por tanto, y dado el valor de las resistencias R2 y R3, la tensión en la base de T4 superará desde luego los 0,6 V y T4 conducirá, arrastrando así la tensión en su base hasta unos 0,6 V y dejando la salida del circuito a nivel bajo (casi a 0 V). Puesto que T2 conduce, hay prácticamente un corto entre las bases de T3 y T4, lo que hace que éste tenga también en su base 0,6 V, por lo que no conducirá (por estar su emisor a más de 0 V no hay suficiente diferencia de tensiones). En efecto, su emisor está a la tensión de la salida más la caída directa en D1.

Si ponemos ahora a 0 V alguna de las entradas de la puerta, T1 pasará a conducción, arrastrando a una tensión muy baja a la base de T2, que deja así de conducir. En consecuencia, la base de T4 pasará a 0 V (gracias a la resistencia R3) y T3 empezará a conducir, al quedar su base a tensión alta a través de R2. La conducción de T3 arrastra la salida a nivel alto (1 lógico).



9.6.1. Puerta NAND de configuración «totem».

Basta mirar el circuito para notar que:

■ En un circuito TTL sin carga externa la tensión de salida correspondiente al 0 lógico es igual a la tensión de saturación de T4, que es alrededor de 0,2 V.

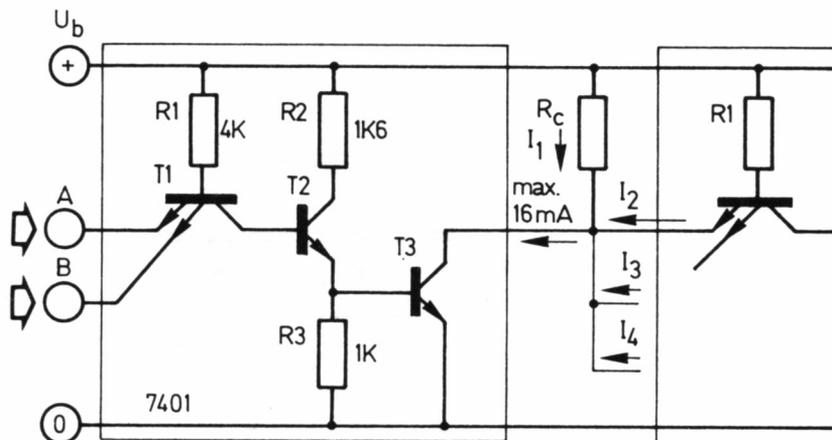
■ La tensión correspondiente al 1 lógico es un poco menor que $U_b - U_{beT3} - U_{d1}$, que viene a ser, aproximadamente, 3,5 V (con alimentación de +5 V).

■ La tensión de entrada correspondiente al 0 debe ser suficientemente pequeña para asegurar que la tensión de colector de T1 caerá lo suficiente como para cortar a T2. Esto viene a ser unos 0,8 V.

■ La tensión de entrada correspondiente al nivel 1 ha de ser suficiente para garantizar que las uniones base-emisor de T2 y T4 se hallen inversamente polarizadas (y, por tanto, cortadas), al igual que la unión base-colector de T1.

Para ello son suficientes unos 2 V. Aunque hemos comentado ya que las entradas no conectadas (flotantes) en TTL actúan como si estuvieran en nivel 1, no deben nunca dejarse así porque son muy susceptibles de captar ruidos. Por tanto, deben ser unidas a otras entradas o conectadas a +5 V (en puertas NAND o AND) o a 0 V (en puertas OR o NOR).

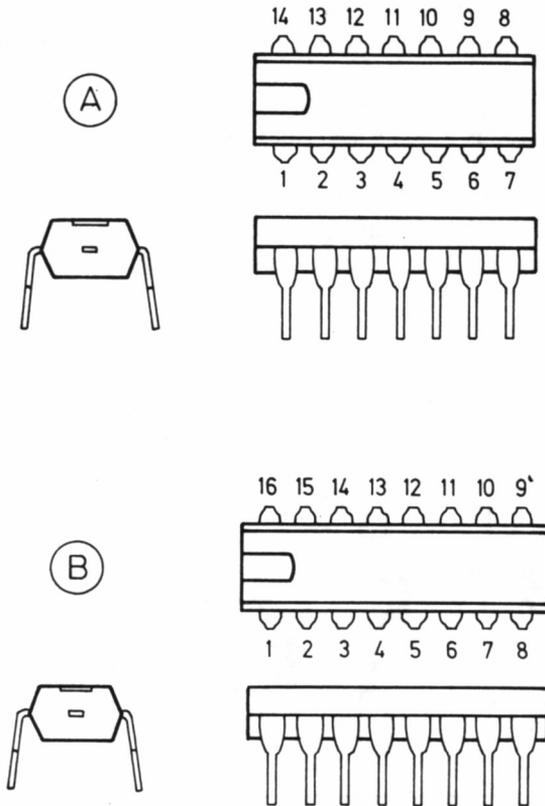
Las conexiones a +5 V deben realizarse a través de una resistencia de unos pocos kilohmios para evitar que cualquier sobretensión transitoria en la alimentación pueda dañar la unión PN de esa entrada.



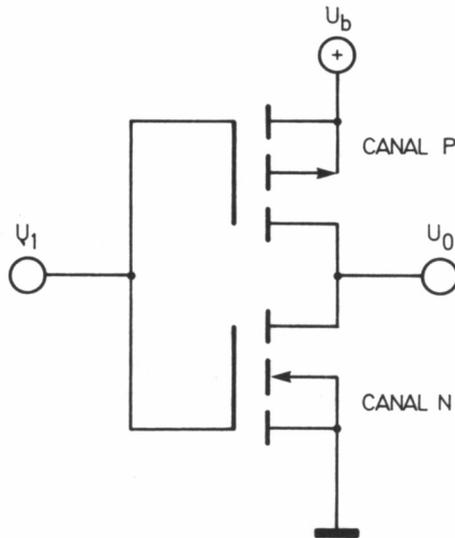
9.6.2. Esquema con una puerta NAND TTL.

Una característica interesante de los circuitos TTL es la asimetría en las características de entrada. En el estado lógico 0 se extrae de cada entrada una corriente de cerca de 1,6 mA. Esta corriente constituye la «carga unidad» de los circuitos TTL, cuya capacidad de suministro (o absorción en este caso) de corriente a la salida se mide por el número de estas unidades de carga que contienen (es decir, el número de entradas que se pueden conectar a su salida, supuesto que todos consumieran una unidad de carga). De hecho, cada circuito TTL consume una cantidad de corriente en la entrada que se expresa como múltiplo de la «unidad de carga». Así, un consumo a la entrada de 3,2 mA equivale a 2 unidades de carga.

En el estado 1 lógico la corriente absorbida es totalmente despreciable, ya que corresponde a las fugas de una unión PN polarizada



9.6.3. Encapsulados DUAL-IN-LINE de 14 (A) y 16 (B) patillas.



9.6.4. MOSFET de canal P y MOSFET de canal N.

inversamente. En los circuitos TTL se definen, pues, el número de unidades de carga que suministran cada una de las entradas («fan-in») y el número de las unidades de carga que el circuito puede absorber en su salida (los términos absorber y suministrar se corresponden con los sentidos reales de las corrientes de entrada y salida) sin atravesar los límites U_{oh} y U_{ol} , éstos suelen ser de 2,4 V (mín.) para U_{oh} y de 0,4 V (máx.) para U_{ol} , lo que nos da margen de ruido en continua de 400 mV para los estados alto y bajo.

La mayoría de los circuitos TTL tienen un «fan-out» (es decir, una capacidad de absorción de corriente a la salida) de diez unidades; es decir, que la salida puede absorber 16 mA sin que la tensión de salida supere los 0,4 V máximo y que puede suministrar 400 mA sin que la tensión descienda a los estados de salida 0 y 1, respectivamente.

El «fan-in» de los circuitos TTL es casi siempre de una sola unidad de carga por entrada. Sin embargo, hay circuitos integrados complejos (contadores, etc.) en que hay varias entradas unidas internamente al mismo terminal, por lo que éste representa varias unidades de carga.

SALIDAS DE COLECTOR ABIERTO

En la figura puede verse enmarcado por líneas de trazos el circuito interno de una puerta NAND TTL de colector abierto. Como ya sabemos, la ventaja de este tipo de salidas es que nos permite realizar funciones AND-cableada y OR-cableada sin necesidad de más puertas lógicas, sino tan sólo conectando entre sí todas las salidas que se desee y añadiendo una resistencia externa. La única desventaja reside en el hecho de que en estado bajo la salida debe absorber corriente de cualquier otra carga exterior y de la propia resistencia externa. Por tanto, ésta no debe ser demasiado pequeña para no limitar drásticamente el «fan-out» disponible, ni demasiado grande para no aumentar mucho el tiempo de propagación de la puerta al pasar de estado alto o estado bajo.

DISPOSICIÓN EXTERNA

Existen puertas NAND (en configuración «totem» o en colector abierto) de una gran variedad de tipos: desde una entrada (inversor) hasta ocho entradas (ocho emisores en el transistor de entrada). El número de puertas de cada circuito integrado depende fundamentalmente del número de patillas del circuito. Varía desde seis inversores en un CI de 14 ó 16 patillas «dual in line» (DIL o DIP) hasta una sola puerta NAND de ocho entradas. La presentación en formato DIP de 14 ó 16 patillas es el más empleado. Circuitos más complejos utilizan también formatos de 40 patillas «dual in line» (doble fila).

LÓGICA DE TRANSISTORES MOS COMPLEMENTARIOS (CMOS)

Los circuitos integrados CMOS están contruidos a base de pares complementarios a transistores de efecto de campo de puerta aislada (MOS-FETs de tipos P y N).

Los circuitos lógicos CMOS presentan la ventaja de tener un consumo extremadamente reducido, amplio margen de tensiones de funcionamiento y gran inmunidad frente a interferencias y parásitos («ruido»). Sin embargo, tienen poca disponibilidad de corriente a la salida, por lo que no pueden atacar muchas entradas en paralelo, y además, pueden sufrir daños provocados por cargas estáticas durante

su manipulación o soldadura, por lo que debe ser considerado como un componente delicado. Su tiempo de propagación es también mayor que los correspondientes a puertas TTL (típicamente es de unos 50 ns, según la tensión de alimentación).

EL INVERSOR CMOS. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA FAMILIA CMOS

El circuito CMOS más simple es el inversor de la figura, que consiste en un MOSFET de canal P y un MOSFET de canal N. Cuando la tensión en la entrada sube el MOSFET N conduce y el MOSFET P se corta, con lo que la salida queda en 0 lógico. Con la entrada en 0, el MOSFET P conduce y el N no, con lo que la salida queda en 1.

Una característica de estos circuitos con FETs es que no aparecen en ellos tensiones de saturación residuales a caídas base-emisor, con lo que los estados alto y bajo en ausencia de carga corresponden exactamente a la tensión de alimentación U_b y a 0 V. La característica de transferencia del inversor CMOS es la de la figura que apreciamos a continuación.

En ella podemos observar también que la salida permanece en estado alto o bajo, aunque haya variaciones grandes en los estados de entrada alto o bajo. Esto explica el buen rechazo a las interferencias de esta familia lógica. Es importante señalar que las entradas abiertas no son aquí equivalentes al estado lógico 1, y que las entradas que no son utilizadas nunca deben, en consecuencia, dejarse abiertas.

El hecho de que siempre uno u otro de los transistores que forman el par trabajen en corte explica el bajo consumo de corriente de esta familia lógica. Aún más, al no existir caídas base-emisor o tensiones muy bajas de alimentación. Los circuitos CMOS pueden operar muy bien en un margen de tensiones de alimentación de 3 a 15 V.

La resistencia drenador-fuente de un FET en estado de conducción es de varios Kohm, por lo que la corriente en la salida del inversor no puede tomar valores elevados.

Los fabricantes suelen dar corriente de salida para la cual la tensión en el estado 1 desciende a un valor determinado (o en el estado 0 asciende a un determinado valor). La poca corriente de salida puede ser un problema en muchas ocasiones. Sin embargo, no es importante si la puerta CMOS ha de alimentar otros circuitos CMOS, puesto que las corrientes de entrada son en esta familia increíblemente bajas (a veces del orden de 10 pA). De hecho, una sola puerta CMOS podría

atacar cientos de otras CMOS desde un punto de vista de suministro de corriente. Sin embargo, y debido a la capacidad de entrada de las puertas (tip. 5 pf.), el máximo número de puertas CMOS de consumo típico que pueden conectarse a la salida de otra puerta CMOS típica es de aproximadamente 50.

MANEJO DE CIRCUITOS CMOS

Las puertas de los MOSFET que componen un circuito CMOS están aisladas del resto de componentes por una capa muy fina de óxido de silicio (esto explica su gran impedancia de entrada), que puede ser perforada por potenciales tan pequeños como 50 V. Dada la enorme impedancia de entrada, bastan cargas adquiridas de forma estática (que en algunos casos puede ser hasta de 50 kV) para perforar la puerta de un circuito CMOS y destruir el componente. Se incorporan a menudo protecciones en las puertas de estos circuitos para evitar su perforación (típicamente diodos normales o zener), pero incluso estas medidas no dan un 100 por 100 de protección. Es por ello por lo que recomendamos tomar las siguientes precauciones con los circuitos CMOS:

1. Guardar y mantener siempre los circuitos integrados CMOS con sus patillas en contacto con folio metálico o pinchadas en un trozo de goma conductora hasta el momento de ser utilizados. Nunca tocar las patillas si no se hallan todas cortocircuitadas entre sí por algún plástico conductor (no poliestireno expandido) o folio de papel metálico (papel de aluminio).

2. Insertar en el circuito los componentes CMOS siempre en último lugar y nunca con tensión aplicada al circuito.

3. Utilizar zócalos de circuito integrado siempre que sea posible. Si el circuito CMOS ha de ir soldado, deberá utilizarse un soldador de poca potencia con una punta metálica (mejor con todas sus partes metálicas) puesta a tierra. Evítese el calentamiento excesivo.

EL EQUIPO BÁSICO

Todos aquellos de vosotros que decidáis realizar los montajes que aparecen al final del libro, o cualquier otro de los que aparecen en revistas especializadas o en forma de kits, necesitaréis, como es lógico, un equipo básico de herramientas e instrumentos suficientes para realizar dichos montajes.

En muchos casos, el punto de funcionamiento no es crítico, por lo cual no son necesarios ajustes.

Pero en otros muchos es necesario realizar determinados ajustes para llevar al circuito al punto de funcionamiento deseado. En tal caso no es imprescindible disponer de unos instrumentos de medida adecuados.

Dichos instrumentos son asimismo imprescindibles a la hora de tener que verificar el correcto funcionamiento del circuito o cuando sea necesario repararlo si es que funciona incorrectamente.

HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS NECESARIOS

Para iniciarnos en los montajes eléctricos no es necesario el tener muchas herramientas.

Prácticamente con un par de atornilladores, un par de alicates (uno de ellos de punta fina y otro de corte), un soldador y estaño estaremos en posesión de las herramientas básicas. Si con el tiempo nos fueran insuficientes, las ampliaremos con las que nos sean necesarias.

En cuanto a los instrumentos, resulta imprescindible el tener un polímetro («tester»), ya sea analógico o digital.

Otros instrumentos de medida, como el osciloscopio, no son necesarios al principio. Su compra se justificará cuando sea totalmente imprescindible, ya que el precio de estos instrumentos no es precisamente muy asequible. No en vano es el instrumento de medida más completo.

EL SOLDADOR

El soldador es la herramienta que nos proporciona la temperatura necesaria para fundir el estaño y poder soldar. Por lo tanto, es el instrumento más importante para poder realizar soldaduras correctas, por lo cual tendremos bastante cuidado a la hora de elegirlo.

El soldador está formado por los siguientes elementos:

— Mango: Es por donde asimos el soldador y evita que nos quememos, pues aísla el calor.

— Resistencia interna: Es la encargada de proporcionar el calor necesario para que el soldador alcance la temperatura adecuada para soldar.

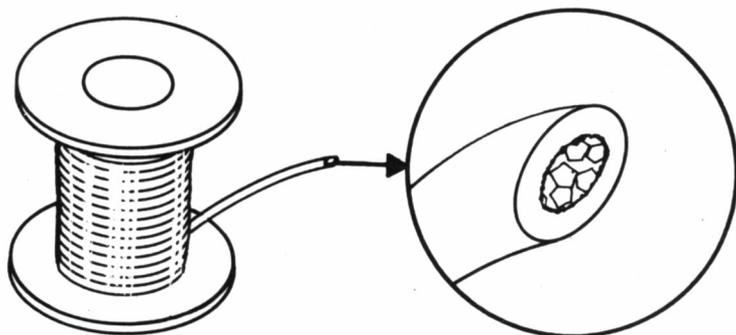
— Punta de soldar: Transmite el calor desde el cuero metálico de la resistencia al objeto a soldar.

Lógicamente, el soldador dispone de un cable, por el cual le llega la energía eléctrica necesaria para calentarlo.

TIPOS DE SOLDADORES

Existen en el mercado multitud de clases de soldadores, pudiendo ser clasificados en cuatro tipos:

— Recto normal o lápiz: Su tamaño está en función de su poten-



■ 9.7.1. *Detalle del hilo de soldar (cinco canales internos contienen la resina necesaria).*

cia. La temperatura de funcionamiento se sitúa alrededor de 350 grados.

— Recto: Es similar al anterior, con regulación de temperatura. En este tipo de soldadores se puede seleccionar la temperatura de funcionamiento. Es adecuado para trabajos delicados.

— Recto de baja tensión: Se asemeja bastante a los anteriores, pero es alimentado a partir de un transformador que suministra normalmente 24 voltios.

Dentro de este tipo también los hay con regulación de temperatura.

Este tipo de soldador presenta la ventaja de que, al estar alimentado con baja tensión en el caso de que existan fugas de tensión a la punta, al ser éstas pequeñas, no existe riesgo de destruir o inutilizar el componente que estemos soldando.

— Pistola o de calentamiento rápido. En este tipo de soldadores la punta permanece fría hasta que se aprieta un botón situado en la empuñadura. Tienen el inconveniente de su gran tamaño y peso.

ELECCIÓN DEL SOLDADOR

A la hora de elegir el soldador los factores más importantes son la potencia, tamaño y forma de la punta.

Para el uso que nos ocupa, es decir, para montar placas de circuito impreso, es suficiente un soldador de 15 a 30 vatios de potencia.

La punta conviene que sea fina. En la mayoría de los casos el tipo más adecuado es el recto o de lápiz. Si posee regulación de temperatura, mejor aún, aunque son más caros. También es conveniente que tengan toma de tierra, aunque casi ningún modelo la incorpora.

Con respecto a qué marca elegir, conviene decidirse por una que tenga amplio surtido de puntas intercambiables, pues así tendremos más posibilidades a nuestro alcance.

También es conveniente saber si dicho soldador tiene resistencias de recambio, puesto que los hay que no las tienen, y cuando ésta se estropea no hay más remedio que tirar el soldador «con mucho cuidado» y comprar otro nuevo.

En lo referente a la punta, diremos que es recomendable que sea fina. Normalmente las puntas son de cobre, con el inconveniente de que se van desgastando con el uso, y de vez en cuando es necesario limarla, dándole de esta manera su forma original.

No obstante, existen en el mercado puntas de larga duración, fabricadas con material resistente al desgaste. Aunque resultan más caras a la hora de adquirirlas, se amortizan rápidamente, debido a que su vida es mucho más larga que la de las puntas de cobre.

No olvidemos nunca que el tamaño de la punta debe estar en función de la superficie a soldar.

Y por último, recordemos que también existen puntas dobladas para el acceso a puntos difíciles y una punta especial para desoldar, la cual lleva adosada una perilla que chupa el estaño que es necesario quitar.

COMPLEMENTOS

Un complemento muy útil para el soldador es un soporte. Con dicho soporte evitaremos quemar cualquier cosa que se encuentre a nuestro alcance o incluso quemarnos nosotros mismos. Es importante que dicho soporte contenga una esponja situada en el correspondiente alojamiento, que ha de estar húmeda. Con ella limpiaremos regularmente la punta del soldador de los restos de estaño y resina que en ella pudieran quedar, además de cualquier otro tipo de suciedad, como la grasa.

EL ESTAÑO

A la hora de soldar nos resultará imprescindible el estaño, dado

que sin él no podremos hacerlo. Aunque se le llame vulgarmente estaño, no lo es propiamente. En realidad es una aleación de estaño y plomo, dado que aleando estos dos metales en determinadas proporciones se obtiene un material cuya temperatura de fusión es menor que la del plomo y la del estaño por separado.

Además de esta peculiaridad, el estaño empleado en electrónica contiene un alma de resina en su interior, la cual se hace necesaria para una correcta soldadura, puesto que disuelve los restos de suciedad que puedan existir en los elementos a soldar. Para la soldadura emplearemos hilo de estaño de aproximadamente un milímetro de diámetro y de buena calidad.

EL POLÍMETRO O TESTER

El polímetro es el aparato más utilizado para realizar todo conjunto de medidas de comprobación y ajuste, necesario para garantizar una correcta puesta en marcha de los equipos, así como para la detección de anomalías en los aparatos averiados. Por lo tanto, es muy recomendable que esté presente en el equipamiento de cualquier aficionado a la electrónica.

También nos será útil, por otro lado, en caso de tener que reparar cualquier electrodoméstico, como por ejemplo un secador de pelo, e incluso para poner en marcha la pista del scalextric o la vía del tren miniatura.

Normalmente, un polímetro debe realizar las siguientes funciones, con las que se cubren prácticamente el total de las mediciones que se realizan usualmente:

- Medida de la tensión en corriente continua y alterna.
- Intensidad de corriente en continua.
- Resistencia.

A este conjunto de medidas se le pueden incorporar otras, como: medida de intensidad de corriente en alterna, medida de condensadores, comprobación de transistores, etc.

Existen dos sistemas para la representación del resultado de la medida:

- Digital.
- Analógica.

La medida digital representa en una pantalla de varias cifras el valor de los que estamos midiendo. Su ventaja principal es la precisión y sus inconvenientes están en el precio elevado y la mayor atención que requiere.

La representación analógica es la más difundida. Consiste en una aguja móvil que se desplaza sobre un fondo con diferentes escalas. Su ventaja principal es que con un simple «vistazo» se tiene una idea de la magnitud de la señal medida, que en señales de variación continua se hace más útil.

Sus principales inconvenientes estriban en que las escalas pueden inducir a error y son menos precisas que las mediciones digitales. Por contra, resulta más sencillo el ver que una aguja se ha movido que el saber si ha cambiado una cifra.

ELECCIÓN DEL POLÍMETRO

A la hora de decidir qué polímetro comprar se debe ser eminentemente práctico y comprar solamente el que se vaya a utilizar.

En prácticamente el 95 % de los casos es necesario que el polímetro mida tensiones tanto continuas como alternas, intensidades en continua y resistencias. Cuanto más margen de medida y cuanto de más escalas se disponga mejor será el polímetro. Si además mide intensidades en corriente alterna no está de más.

Las medidas de capacidad no son excesivamente necesarias, así como la medida de frecuencias. Existen polímetros que también miden temperatura, pero es muy rara la vez que se utiliza.

Por otra parte, la precisión no debe perderse de vista en ningún caso. Asimismo hay que señalar una característica muy importante: la resistencia interna del polímetro debe de ser lo más alta posible. Resistencias del orden de 20.000 ohmios (20 K) suelen ser aceptables en la mayoría de las aplicaciones, pero si el polímetro que elijamos la tiene más alta, mejor todavía. En todo caso es muy conveniente que el equipo esté protegido, ya sea por diodo, o por fusible, o por ambos sistemas a la vez.

Por lo anteriormente dicho, a la hora de elegir el polímetro nos fijaremos en que cubra las necesidades actuales, y si no resulta demasiado caro, alguna que en un futuro podamos prever. No es aconsejable hacer una inversión muy fuerte en un aparato del que no sabemos si llegaremos algún día a utilizar todo su potencial.

CÓMO SOLDAR

P

ara conseguir que los montajes que realicemos funcionen correctamente tendremos que efectuar buenas soldaduras.

Si nunca hemos soldado, sería muy conveniente que practicáramos antes un poco. Para ello podemos servirnos de un trozo de madera o de material aislante al que arrollaremos hilo de cobre en direcciones perpendiculares, de forma que quede formando cuadros.

El hilo de cobre deberá estar limpio (brillante) y preferiblemente utilizaremos un hilo estañado. En ningún caso emplearemos hilo esmaltado, puesto que si no se retira el esmalte no se puede soldar.

A continuación intentaremos soldar los nudos con la menor cantidad de estaño posible. Por supuesto, la cantidad será suficiente para que los hilos de cobre queden soldados.

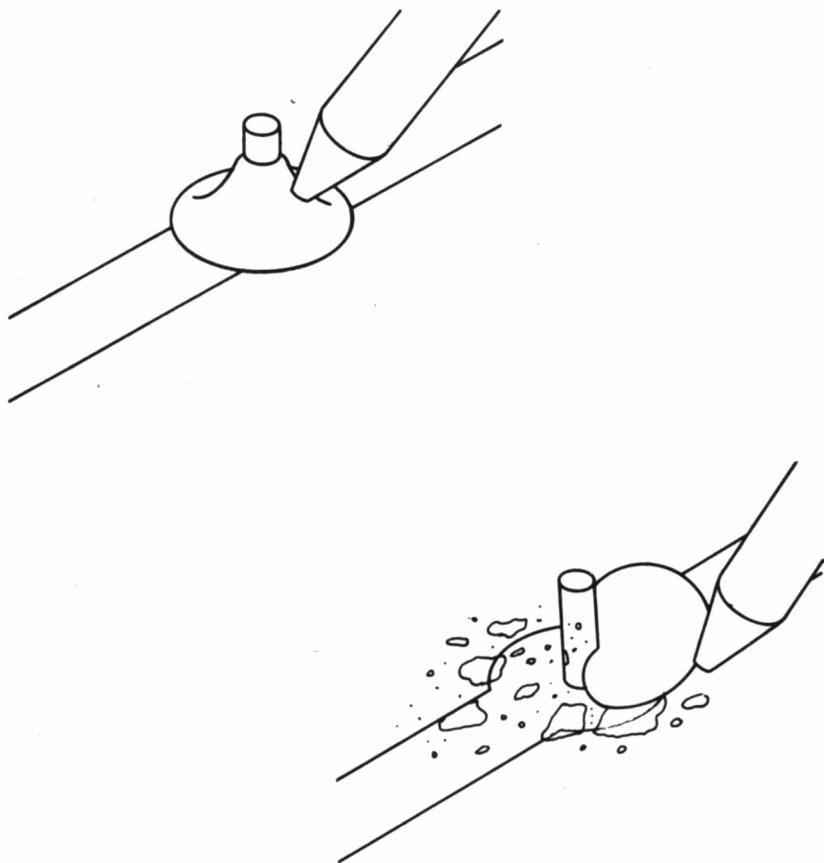
Una soldadura bien realizada tiene aspecto limpio y brillante. En el caso de las soldaduras de un circuito impreso, éstas deberán tener forma de cono, puesto que si queda en forma de bola la soldadura será defectuosa.

Otro detalle muy importante a tener en cuenta es que mientras el estaño se enfría y solidifica la unión no debe moverse.

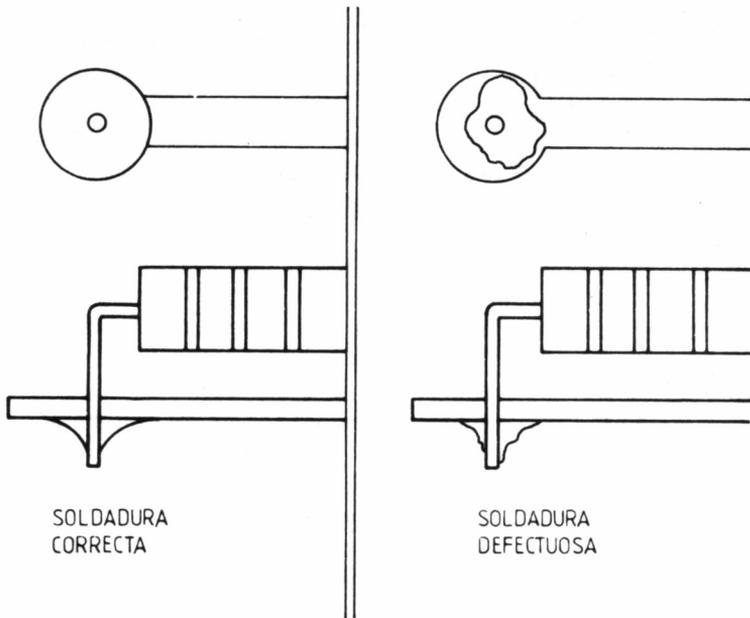
Si estamos soldando un cable a un terminal, por ejemplo, deberemos hacerlo de manera que el cable no se mueva hasta que el estaño aparezca en su estado sólido.

En el caso que se mueva la unión que estemos soldando mientras se solidifica volveremos a fundirla acercándole el soldador, procurando esta vez que no se mueva.

Los componentes pasivos, como las resistencias, condensadores, interruptores, conectores, etc., generalmente no importa que se ca-



9.8.1. Soldadura correcta (izquierda) e incorrecta (derecha) por limpieza defectuosa de la zona.



9.8.2. Ejemplos de soldaduras correctas e incorrectas.



9.8.3. Estañado de la punta de un cable.

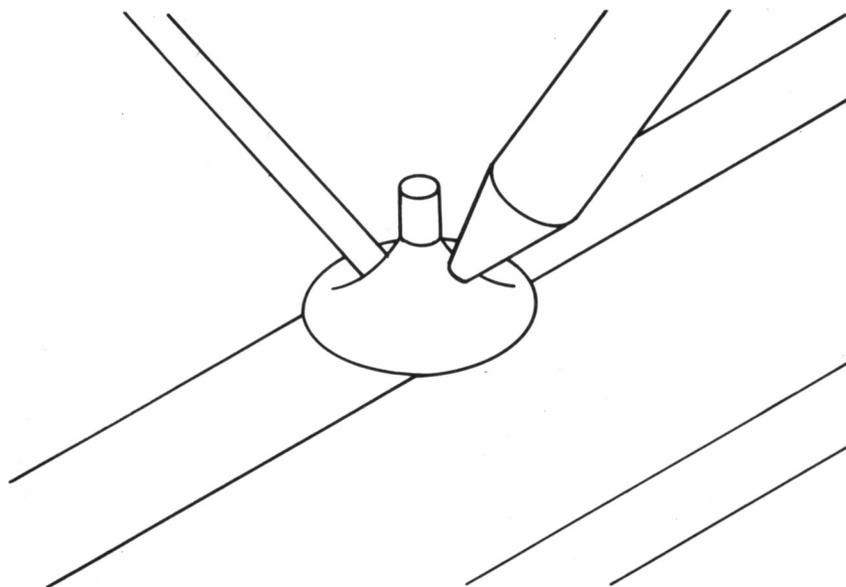
liente mucho al soldarlos. Sin embargo, por el contrario, los componentes activos, como los transistores, diodos y circuitos integrados, deben soldarse con mucha precaución, puesto que un calentamiento excesivo puede destruirlos.

Por tal motivo debemos soldar dichos componentes de forma que el soldador quede retirado de ellos lo antes posible. Si la soldadura no ha sido correcta, esperaremos unos instantes antes de retocarla con el fin de que el componente se enfríe.

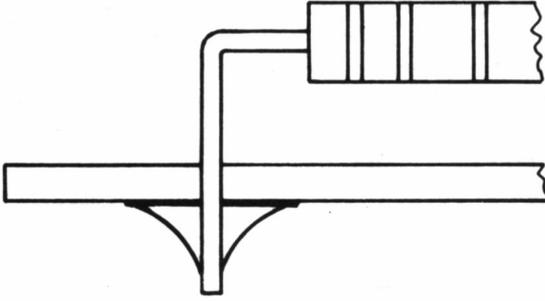
También podemos «pinzar» el terminal que soldemos con unos alicates o pinzas para conseguir de esta manera disipar el calor. En el caso de los circuitos integrados es muy recomendable el uso de zócalos.

Los zócalos son unos conectores de dimensiones similares a los circuitos integrados en los cuales podemos «enchufar» el integrado en cuestión. Gracias a ellos evitaremos el peligro de destruir el integrado durante la soldadura, y también nos facilitará el poder de sustituirlo en caso de que su funcionamiento no sea correcto.

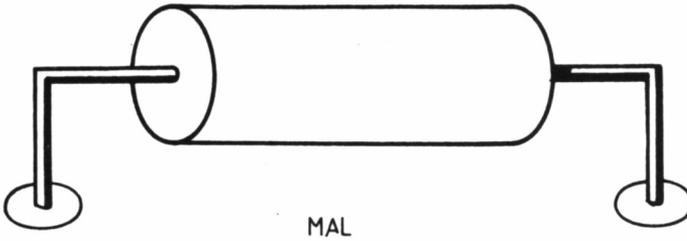
De no utilizar zócalo, soldaremos el circuito integrado con mucha precaución y esperando unos instantes antes de soldar el siguiente terminal.



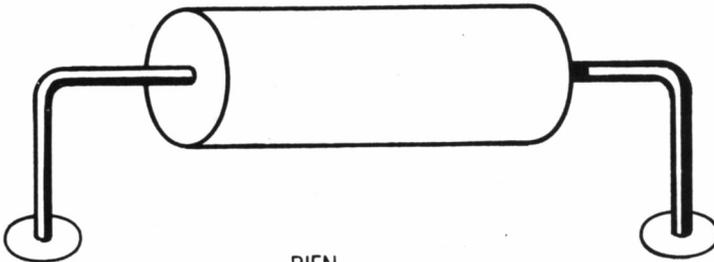
9.8.4. Ejemplo de soldadura de un terminal.



■ 9.8.5. Soldadura correcta de un componente.



MAL



BIEN

■ 9.8.6. Los terminales de los componentes se deben doblar evitando los ángulos rectos y dejando la misma distancia en ambos lados.

DESOLDADURA

Para desoldar componentes existen varios sistemas:

El primero de ellos es tirar del componente mientras fundimos la soldadura.

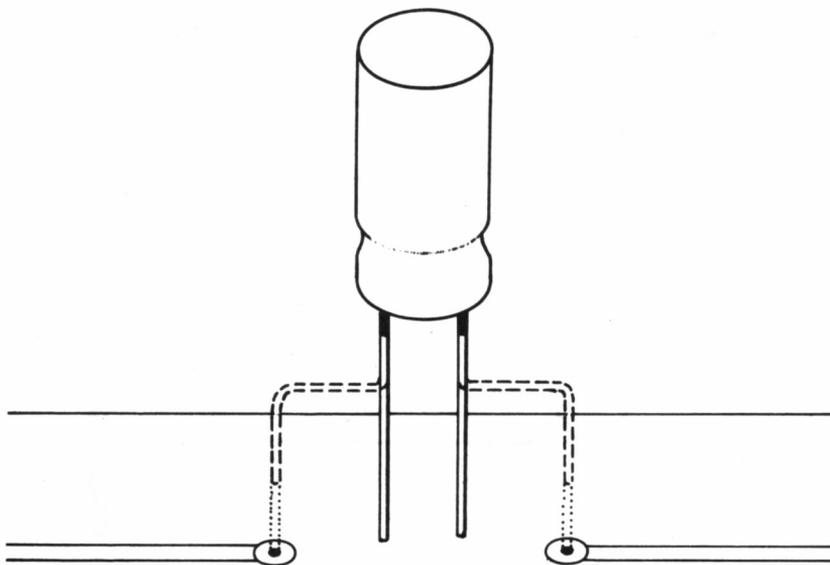
Este método es el menos recomendable, ya que tiene los inconvenientes de que se puede dañar tanto el componente como la placa de circuito impreso.

La segunda opción es la de retirar el estaño de la soldadura de una de las siguientes maneras:

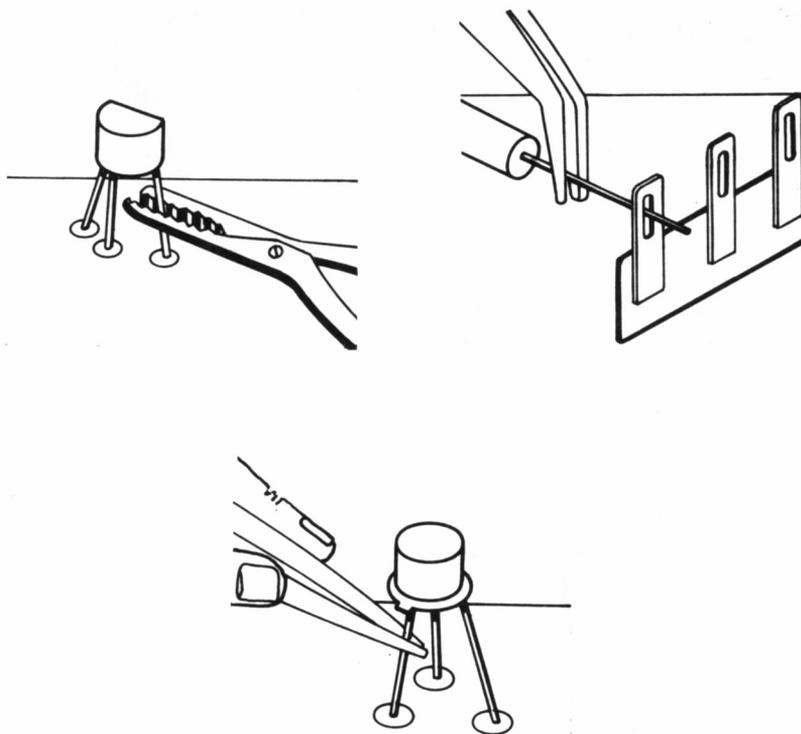
- Mediante una punta de soldadura provista de perilla.
- Con un desoldador de émbolo.

Si utilizamos la punta para desoldar tendremos la ventaja de utilizar el mismo cuerpo de soldadura que utilizaremos para soldar. También es muy útil el hecho de poder manejarlo con una sola mano.

Los inconvenientes que presenta este método son: el tener que realizar cambio de puntas, y que al efectuar varias desoldaduras seguidas la punta se puede enfriar, con lo cual tendremos que esperar a que se caliente.



9.8.7. En ocasiones la separación entre patillas, prevista en los circuitos, no es la apropiada, lo cual no debe suponer ningún problema

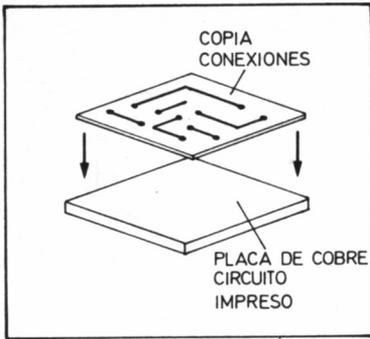


■ 9.8.8. Para evitar el sobrecalentamiento de los componentes muy sensibles a la temperatura se pueden utilizar algunas herramientas como disipadores de calor.

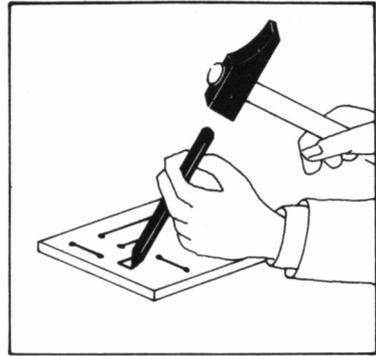
El desoldador de émbolo es un cilindro en cuyo interior se aloja, como su propio nombre indica, un émbolo. Dicho elemento es desplazado rápidamente por un muelle en el momento que apretamos el botón de liberación. Entonces se produce una rápida corriente de aire que arrastra consigo el estaño fundido, de forma análoga a como actúa un aspirador.

Su principal ventaja está en el hecho de una retirada más enérgica del estaño. Por el contrario, su mayor inconveniente es la necesidad de utilizar ambas manos, pues una debe sostener el soldador y la otra el desoldador.

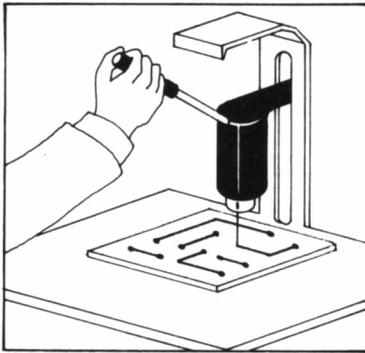
Hay que tener siempre presente que sea cual sea el método que utilicemos las pistas de un circuito impreso pueden desprenderse en caso de calentamiento excesivo.



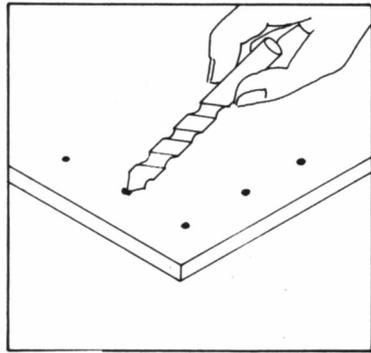
A



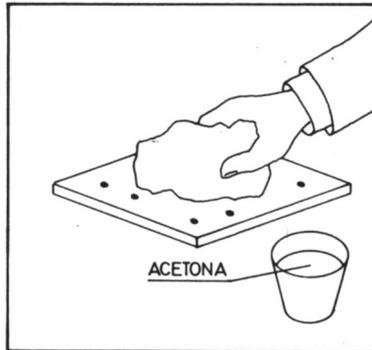
B



C



D



E

9.8.9. Fabricación de un circuito impreso. A) Transcripción de la plantilla. B) Marcado de taladros. C) Perforación de la placa. D) Eliminación manual de rebabas. E) Limpieza final.

CIRCUITOS IMPRESOS

El circuito impreso es una placa de material aislante (fibra de vidrio o baquelita) sobre la cual están pegadas unas pistas de cobre que unen entre sí los distintos nodos de soldadura. Está taladrada para permitir la inserción de componentes y en muchos casos también se encuentra serigrafiada, es decir, tiene dibujado en una de sus caras la situación de cada uno de los componentes que han de ser montados sobre ella.

En el caso de tener pistas por ambos lados, los taladros de placa son de tipo metalizado, es decir, unen eléctricamente las pistas de cada cara.

En contra de lo que pueda pensarse a priori, la placa base o virgen está totalmente cubierta de cobre, ya sea en una o en sus dos caras.

A continuación, mediante procedimientos fotográficos se protegen las partes que van a constituir las pistas.

Una vez hecho esto se introduce la placa en un ácido que ataque al cobre, como, por ejemplo, cloruro férrico. Así, el cobre no protegido se disuelve en ácido, quedando de esta manera las partes protegidas intactas.

A continuación se lavará la placa retirando el barniz protector.

Acto seguido la placa será taladrada, y en su caso también serigrafiada, quedando lista para el montaje de los componentes.

En las placas de alta calidad es posible que se estañen las pistas de cobre antes de ser soldadas, e incluso se les puede adherir una mascarilla plástica, la cual sólo deja al descubierto los nodos soldadura.

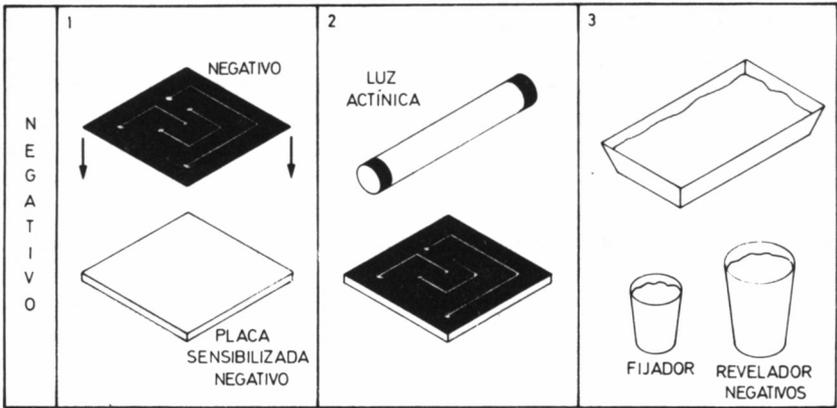
FABRICACIÓN CASERA DE CIRCUITOS IMPRESOS

Para poder fabricar en casa circuitos impresos lo primero que debemos tener es una placa virgen. Dicha placa se adquiere en tiendas de electrónica, encontrándose en diversos tamaños.

El material base puede ser tanto la fibra de vidrio como la baquelita y puede estar recubierta de cobre tanto por una cara como por las dos.

La baquelita, aunque es muy barata, presenta los siguientes inconvenientes: el ser poco resistente, tener peores cualidades eléctricas y que las pistas se despegan con mayor facilidad.

Por su parte, la fibra de vidrio es muy resistente y tiene mejores características eléctricas, aunque es más cara. Una vez tengamos la

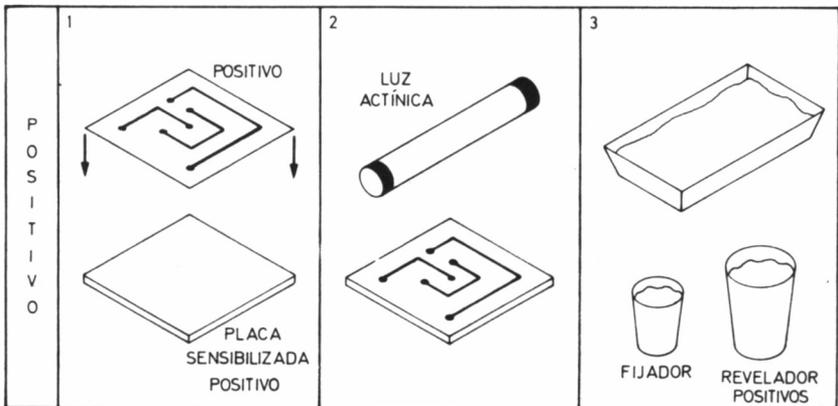


9.8.10. Transcripción de un negativo a la placa sensibilizada.

placa virgen procederemos a proteger las pistas por uno de los siguientes métodos.

ROTULADOR

Existen en el mercado rotuladores que resisten al ácido empleado para atacar la placa. Se pueden encontrar en tiendas de electrónica y con diversos anchos de punta.



9.8.11. Transcripción de un positivo a la placa sensibilizada.

Una vez tengamos el rotulador procederemos a dibujar sobre la placa el trazado de las pistas y de los nodos. Ni que decir tiene que es necesario un buen pulso y mucho cuidado para que la presentación sea aceptable.

TIRAS ADHESIVAS

En el mismo sitio donde conseguimos la placa podemos encontrar unas tiras autoadhesivas para realizar los circuitos impresos. Las hay de diferentes anchos, tanto en recto como en curva, y también las podemos encontrar en forma de nodo de soldadura.

Este sistema tiene la ventaja de presentar un acabado mejor que el anterior. Su inconveniente estriba en el alto precio y en ser entretejido.

MÉTODOS FOTOGRÁFICOS

Este método es el que mejores resultados finales presenta. Por contra cabe destacar su alto precio. Es muy útil en el caso de tener que hacer varias placas iguales, dado que el ahorro de tiempo es muy considerable.

En este caso, en vez de adquirir placa virgen normal debemos comprar placa fotosensibilizada, que es fácilmente reconocible, puesto que está envasada de forma que la luz no se filtre.

Una vez dispongamos de la placa fotosensibilizada tendremos que tener un clisé del circuito que vamos a fabricar.

Dichos clisés se pueden obtener por métodos fotográficos, encargándolo a una fotomecánica o podemos hacerlo nosotros mismos sobre papel vegetal o sobre acetato, ya sea dibujando a mano o con tiras autoadhesivas. Cuanto más negra u opaca sea la tinta y más transparente sea el soporte del clisé mejor será la calidad de la placa.

A continuación colocaremos el clisé sobre la placa y lo exponremos a la luz del sol o a la de un tubo fluorescente. Una vez lo hayamos expuesto el tiempo suficiente introduciremos la placa en el revelador.

Si todo ha sido correcto aparecerá en breves momentos la silueta de las pistas. A continuación enjuagaremos la placa, y una vez seca podemos retocarla con un rotulador.

Dependiendo de si la placa está fotosensibilizada positiva o negativamente, el clisé utilizado será un positivo o un negativo del circuito. También el tipo de revelador será el adecuado para el tipo de fotosensibilización.

ATACADO DE LA PLACA

Una vez estén protegidas las pistas por alguno de los métodos anteriores introduciremos la placa en un ácido que disuelva el cobre. Este puede ser cloruro férrico o atacador rápido.

El cloruro férrico es más barato que el atacador rápido, aunque es bastante más lento. Se puede hacer que el tiempo de atacado se acorte calentando la disolución de cloruro férrico hasta 40 grados centígrados y agitando continuamente. También es útil enjuagar la placa de vez en cuando.

TALADRADO

Una vez la placa haya sido completamente atacada la enjuagaremos cuidadosamente, así como nuestras manos (no en vano estaremos trabajando con ácido).

Secaremos la placa y a continuación quitaremos el protector con un disolvente adecuado, como, por ejemplo, la acetona. Acto seguido taladraremos la placa con ayuda de un taladro y una broca de 1 mm. Existen en el mercado unos minitaladros muy útiles para estos casos.

Cuando hayamos terminado de taladrar podremos rociar la placa con un «spray» preparador para la soldadura, dejando la placa lista para soldar los componentes en ella.

CABLE DE CONEXIÓN PARA CASETE



Con la construcción de un cable para poder conectar un casete a los AMSTRAD que no lo llevan incorporado comenzaremos la descripción de una serie de montajes que podremos completar nosotros mismos.

La realización del cable es sencilla, puesto que disponemos de un conector para casete al lado de la toma del joystick. Por lo tanto necesitaremos un conector DIN de 180 grados con cinco tomas, dos conectores tipo jack de 3,5 mm., un conector jack de 2,5 mm. y aproximadamente dos metros de cable apantallado sencillo, con un activo y malla.

Una vez tengamos los materiales lo primero que haremos será cortar el cable en tres trozos iguales, que, por tanto, medirán 85 centímetros más o menos.

A continuación tendremos que retirar aproximadamente medio centímetro de funda del cable para dejar al descubierto la malla del mismo. Esto lo haremos en ambos extremos de los tres cables.

Acto seguido apartaremos a un lado la malla, retorciéndola, quedando visible la funda del conductor que hay en su interior. Retiraremos un poco de esta segunda funda; lo suficiente para que asome la punta del cable interior. Una vez hayamos terminado esta operación con el último cable procederemos al estañado de las puntas de las mallas y de los conductores interiores.

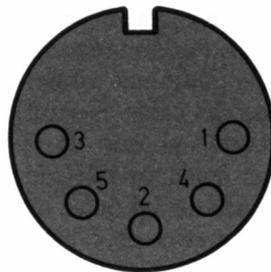
El estañado consiste en el depósito de cierta cantidad de estaño fundido, como si se tratase de un componente a soldar.

En este punto los cables están preparados para proceder a su soldadura. Cogemos dos de los cables y soldaremos sus mallas al terminal 2 del conector DIN, y los conductores activos los soldaremos uno al terminal 4 y el otro al terminal 5. Al otro extremo de ambos cables soldaremos los jack de 3,5 mm., soldando las mallas al terminal exterior y los activos a los terminales centrales.

Respecto al tercer cable, por un lado soldaremos la malla al terminal 3, y el activo al terminal 1 del conector DIN, y al otro extremo soldaremos el jack de 2,5 mm.

No olvidemos meter la carcasa del conector en el cable antes de soldar, puesto que si no lo hacemos luego no podremos cerrar el conector.

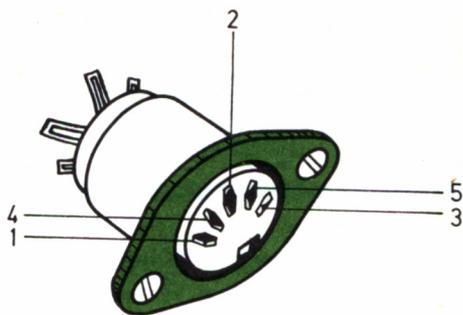
Las soldaduras deberán tener un aspecto limpio y brillante y la cantidad de estaño empleada tendrá que ser pequeña para evitar cortocircuitos.



1. CONTROL REMOTO
2. MASA
3. CONTROL REMOTO
4. ENTRADA DE DATOS
5. SALIDA DE DATOS

— 9.9.1. Esquema del zócalo de cinta.

1. CONTROL REMOTO
2. MASA
3. CONTROL REMOTO
4. ENTRADA DE DATOS
5. SALIDA DE DATOS



9.9.2. Zócalo de cinta.

Conectaremos el conector DIN a su correspondiente en el ordenador y los jack los enchufaremos en las tomas correspondientes del casete, teniendo en cuenta que el jack cuyo cable hayamos soldado al terminal 4 deberá conectarse a la toma marcada como SALIDA o EAR, el jack del cable soldado al terminal 5 lo conectaremos a la toma marcada como ENTRADA o MIC. El último jack, el de 2,5 mm., lo conectaremos a la toma de control remoto, marcada generalmente como REMOTE.

Si todo ha sido realizado de forma correcta estaremos en disposición de cargar y de salvar programas con el casete mediante los comandos adecuados.

CONSTRUCCIÓN DE UN CABLE PARA LA IMPRESORA

De igual manera que ocurre con el cable para el casete, los cables para impresora son un accesorio excesivamente caro para el coste real que tienen. Aparte de la vertiente económica, que nunca conviene perder de vista, existen otras motivaciones, como el no encontrar un cable de la longitud que deseamos, para impulsarnos a la construcción de nuestro propio cable de impresora.

Para su realización solamente será necesario el contar con los conectores adecuados y con el cable plano de la longitud que deseemos.

Los conectores necesarios son: uno de tipo centronics de 36 con-



9.9.3. Conexión de un jack.

tactos y otro conectable a tarjeta de circuito impreso de 34 contactos. El cable será del tipo plano de 26 conductores. La longitud será aquella que necesitemos para nuestro caso concreto, pero para la mayoría de los casos un metro y medio es suficiente.

Habremos notado que el cable es más estrecho que los conectores. Esto es así porque el ordenador sólo necesita utilizar los conductores indicados, y como quiera que cuanto más ancho es el cable más caro resulta, bienvenido sea el ahorro.

La única precaución que debemos tomar es tener en cuenta que deben quedar unidos los terminales marcados con el número uno de cada conector. En caso de duda consultemos las ilustraciones.

El cable plano queda unido eléctricamente a los conectores al ser atravesado por los terminales de éstos en los lugares correctos, por lo que no es necesario utilizar el soldador.

Una vez que el cable esté situado en su lugar exacto por la parte de atrás del conector colocaremos la tapa posterior, y a continuación presionaremos la tapa hasta que quede encajada en sus topes. Dado que dicha presión no podemos ejercerla con la mano por no tener fuerza suficiente (el que quiera comprobarlo que lo intente), nos ayudaremos de un tornillo de apriete, de un gato usado en marquería, de una puerta o incluso apoyando el conector en el suelo y presionándolo con el tacón del zapato.

En caso de no funcionar la impresora será debido a un montaje incorrecto, ya sea por presión insuficiente o por una colocación incorrecta del cable.

En el primer caso, será necesario apretar un poco más el conector, y en el segundo, desmontarlo, procediendo a cortar el trocito de cable inutilizado y efectuar de nuevo su montaje.

BUS DE ENTRADA/SALIDA



Aunque en los últimos tiempos los precios de periféricos para ordenador han experimentado una baja continuada, conectar elementos externos a nuestro ordenador sigue siendo bastante caro.

Con el BUS de entrada/salida que describimos en las siguientes líneas queda en parte solucionado el problema de conexión de ciertos periféricos a nuestro ordenador.

El BUS posee cuatro conectores, a los que podremos aplicar un convertidor analógico/digital y un interface de entrada/salida de 8 bits.

Aunque este BUS, por su diseño, puede considerarse universal, es decir, se puede adaptar a gran número de microordenadores, como es lógico nos centraremos en la explicación de cómo conectarlo a los AMSTRAD.

ESQUEMA DE BLOQUES

En la figura se muestran las diferentes secciones que componen nuestro BUS de E/S. El microprocesador proporciona las señales de

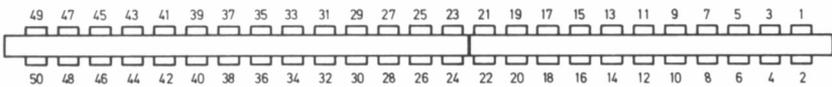
direcciones, datos y control. Las líneas de direcciones con mayor peso, A4... A15, sirven para decodificar el campo de entrada/salida en el que opera el BUS.

Los interruptores DIL permiten seleccionar 16 posiciones consecutivas de memoria. En el rango así definido las líneas de datos llegan a los conectores a través de un buffer. Las líneas de dirección A2 y A3 permiten dividir el espacio en cuatro grupos de cuatro direcciones, un grupo por conector. Las líneas A0 y A1 llegan a cada conector para poder definir individualmente cada una de esas cuatro direcciones disponibles en cada uno de ellos.

También se ha previsto que lleguen a cada conector otras señales de control, como la de lectura escritura, etc. Asimismo en cada conector están presentes las líneas de datos, así como otras para el caso de utilizar alimentación externa.

DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO

En la figura podemos ver el circuito práctico correspondiente al BUS. Este diagrama no se aparta en absoluto del diagrama de bloques. De hecho sólo es necesario rellenar las casillas del diagrama de

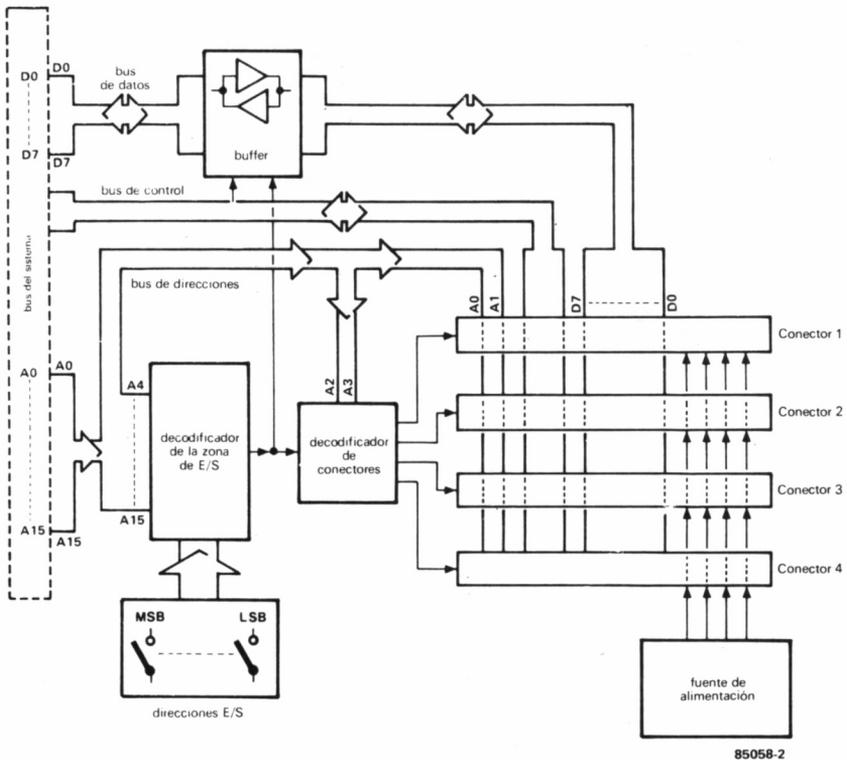


1. SONIDO	14. A4	27. +5V	40. <u>BUS RESET</u>
2. MASA	15. A3	28. <u>MREQ</u>	41. <u>RESET</u>
3. A15	16. A2	29. <u>MI</u>	42. <u>ROMEN</u>
4. A14	17. A1	30. <u>RFSH</u>	43. <u>ROMDIS</u>
5. A13	18. A0	31. <u>IORQ</u>	44. <u>RAMRD</u>
6. A12	19. D7	32. <u>RD</u>	45. <u>RANDIS</u>
7. A11	20. D6	33. <u>WR</u>	46. <u>CURSOR</u>
8. A10	21. D5	34. <u>HALT</u>	47. <u>LAPIZ OPTICO</u>
9. A9	22. D4	35. <u>DNT</u>	48. <u>EXP</u>
10. A8	23. D3	36. <u>NMI</u>	49. <u>MASA</u>
11. A7	24. D2	37. <u>BUSR2</u>	50. <u>N/C</u>
12. A6	25. D1	38. <u>BUSAK</u>	
13. A5	26. D0	39. <u>READY</u>	

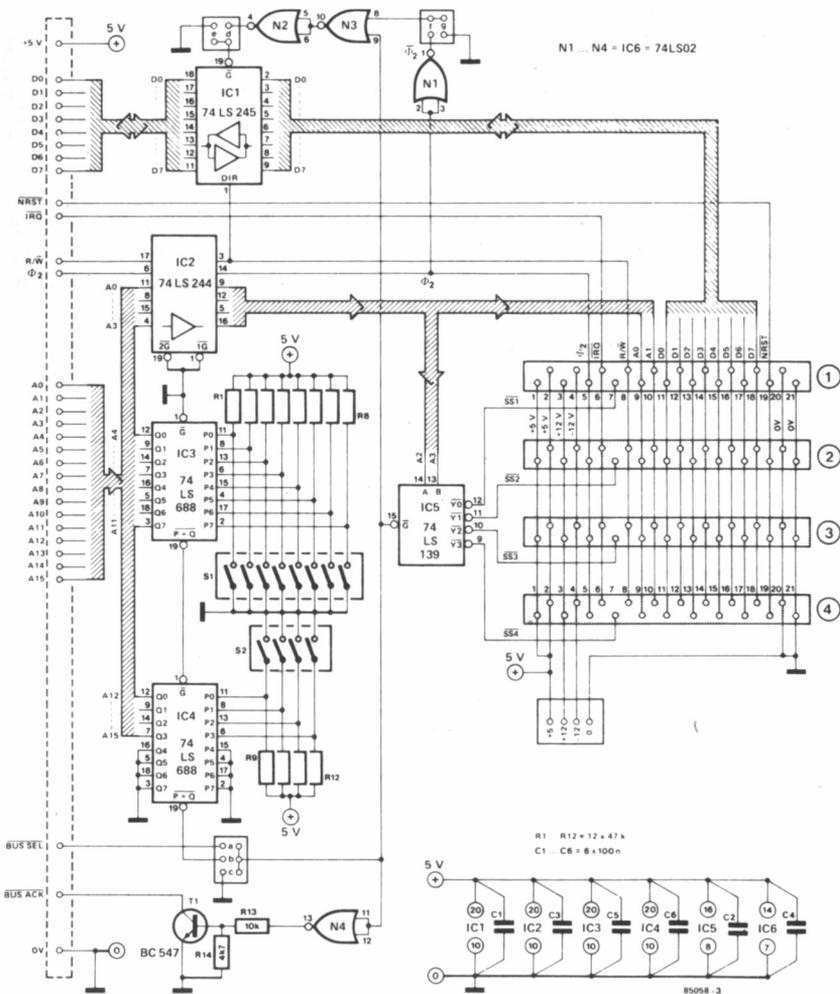
9.10.1. Zócalo de expansión.

bloques con los integrados encargados de realizar cada una de las funciones. Los integrados IC3 e IC4 constituyen los decodificadores de la zona de memoria reservada a nuestro BUS de entrada y salida. Dichos circuitos comparan las posiciones de los interruptores DIL con las direcciones A4... A15, de esta manera se selecciona la zona de memoria en la que opera el BUS.

Dichos integrados se hallan conectados en cascada, y cuando el código definido por los interruptores DIL coincide con el que llega a través de las líneas de direcciones, la salida P=Q de IC4 activa (a nivel lógico bajo), a través del puente «b», la entrada de validación del buffer de datos IC1 y el decodificador de direcciones IC5. El sentido de los datos dentro de IC1 viene definido por la señal de lectura escritura. La misión principal de IC1 es no sobrecargar el BUS de datos del ordenador.

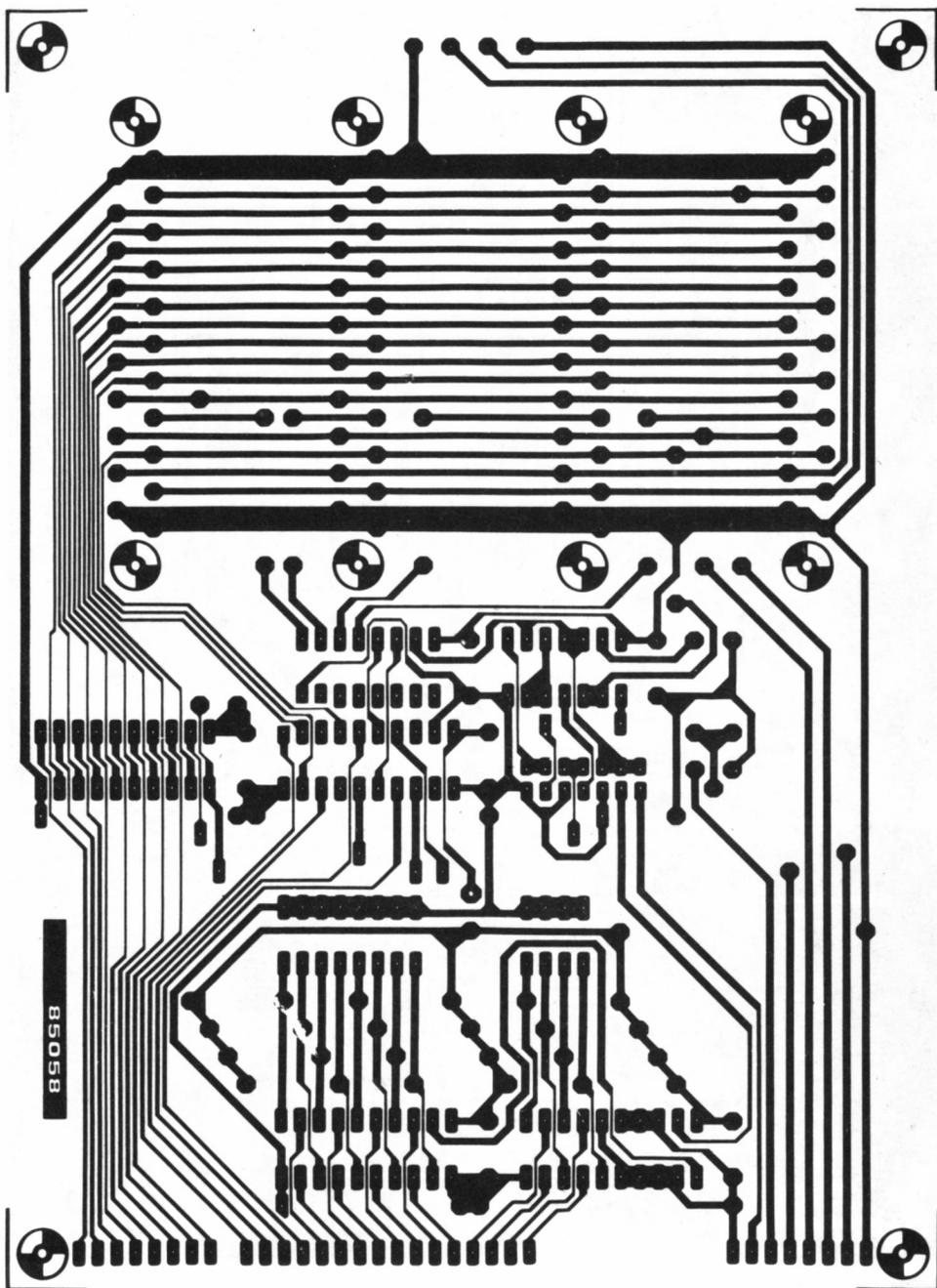


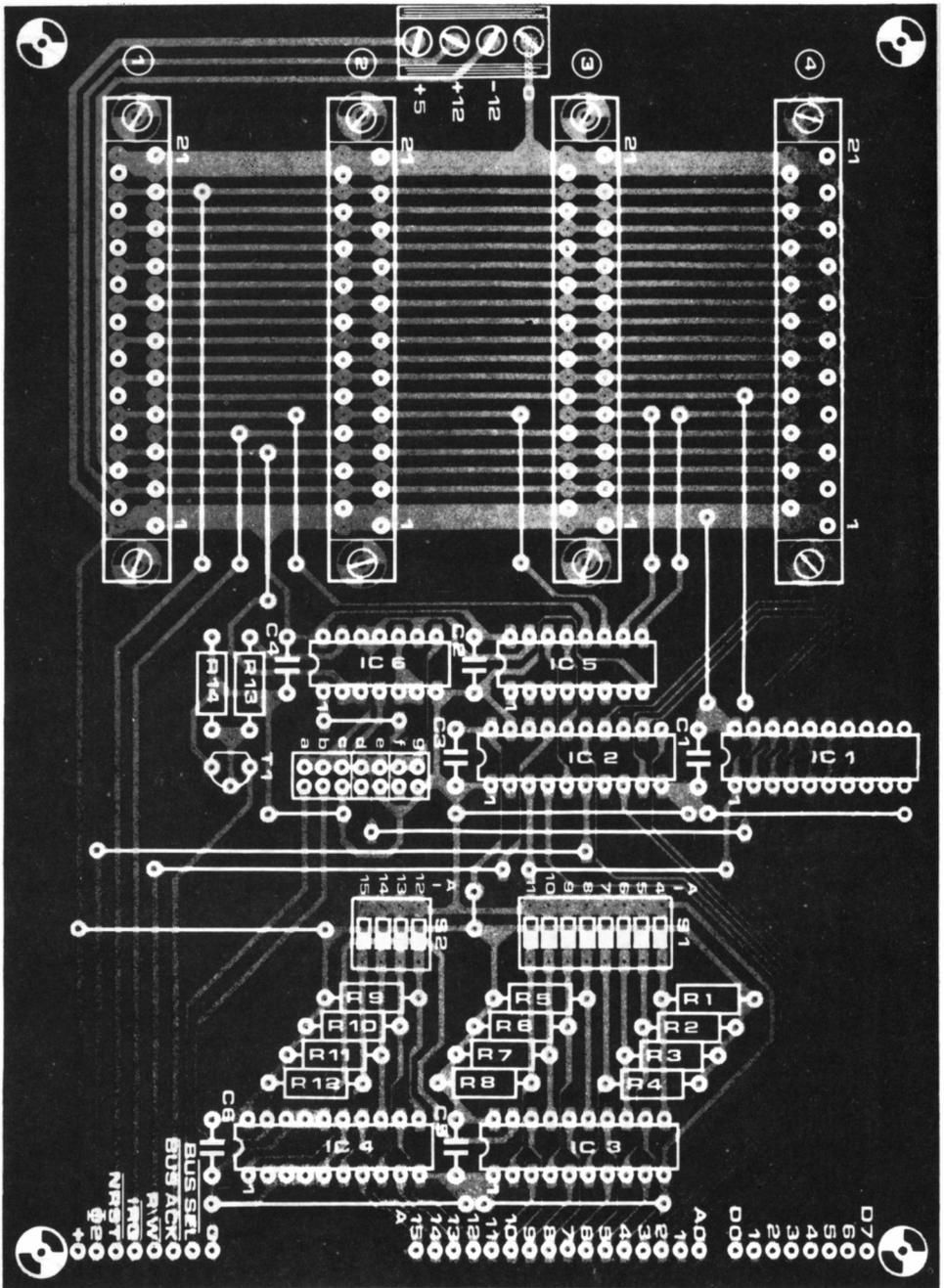
9.10.2. Diagrama de bloques del bus universal de entradas/salidas. Decodificación de direcciones, selección de conector y buffer para líneas de datos.



9.10.3. Esquema del bus universal de E/S.

9.10.4. Diseño del circuito correspondiente al bus E/S.





9.10.5. Circuito impreso de la placa del bus E/S vista por el lado de las pistas.

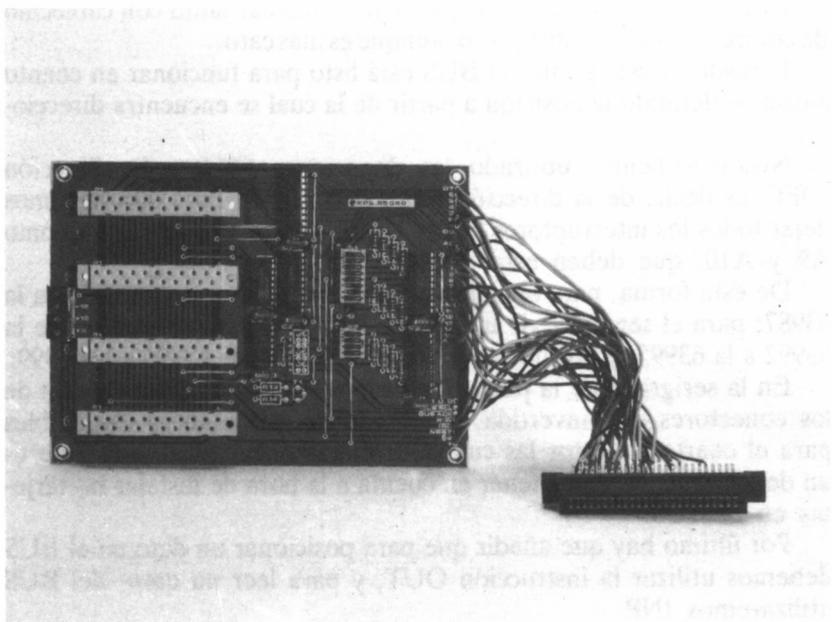
La decodificación de los cuatro conectores se efectúa mediante IC5 (que es un decodificador de dos a cuatro líneas) seleccionando uno de los cuatro conectores. Las líneas A0 y A1 llegan a cada conector permitiendo seleccionar las cuatro posiciones de memoria que ocupan cada uno de ellos.

IC2 es un BUFFER de una dirección conectado a las líneas A0 y A3 del BUS de direcciones, al igual que el anterior su misión es no sobrecargar el BUS de direcciones. Este BUFFER tiene la particularidad de que es inverso, es decir, cuando a su entrada hay un cero, en su salida habrá un uno, y viceversa.

MONTAJE

Una vez dispongamos de todos los componentes y de la placa de circuito impreso comenzaremos por soldar los puentes, los cuales están señalados con un trazo blanco. Para dichos puentes utilizaremos hilo rígido de sección parecida a los terminales de las resistencias.

A continuación soldaremos las resistencias, los conectores, la clema, los zócalos para los ICs, los interruptores DIL y los condensado-



res. Por último, los insertaremos en sus correspondientes zócalos los circuitos integrados, haciendo que coincidan las muescas.

No olvidemos realizar los puentes marcados como «b», «d» y «g».

Los espacios reservados para T1, R13 y R14 quedarán libres, puesto que estos componentes no son necesarios en nuestro caso.

Una vez terminado el montaje de la placa procederemos a conectar nuestro BUS con el ordenador. Dado que usamos el port o zócalo de expansión, necesitaremos un conector para tarjeta de circuito impreso de 50 contactos. Debemos conectar las siguientes líneas:

AMSTRAD		BUS	
A0...	A15	A0...	A15
D0...	D7	D0...	D7
MASA		0	
+5		+	
RESET		NRST	
WR		IRQ	
RD		W/R	
IORQ		02	

La conexión de las líneas la podremos efectuar tanto con cablecillo de colores como con cable plano, aunque es más caro..

Llegados a este punto, el BUS está listo para funcionar en cuanto hayamos definido la posición a partir de la cual se encuentra direccionado.

Nosotros hemos utilizado las direcciones F9F0 a la dirección F9FF, es decir, de la dirección 63984 a la 63999. Para ello debemos dejar todos los interruptores DIL a 1 (off) excepto los marcados como A9 y A10, que deben estar a 0 (on).

De esta forma, para el conector 1 sirven las direcciones 63984 a la 63987; para el segundo, de la 63988 a la 63991; para el tercero, de la 63992 a la 63995, y por último, para el cuarto, de la 63996 a la 63999.

En la serigrafía de la placa que proporcionamos la numeración de los conectores está invertida, quedando de esta manera disponibles para el cuarto conector las cuatro primeras direcciones, etc. Este es un detalle que debemos tener en cuenta a la hora de instalar las tarjetas en el BUS.

Por último hay que añadir que para posicionar un dato en el BUS debemos utilizar la instrucción OUT, y para leer un dato del BUS utilizaremos INP.

LISTA DE COMPONENTES

■ Resistencias:

R1... R12 = 47K Ohm.

■ Condensadores:

C1... C6 = 100 nanof.

■ Semiconductores:

IC1 = 74LS245.

IC2 = 74LS240.

IC3, IC4 = 74LS688.

IC5 = 74LS139.

IC6 = 74LS02.

■ Varios:

S1 = interruptor mini DIL de 8 circuitos.

S2 = interruptor mini DIL de 4 circuitos.

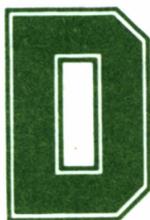
4 conectores de 21 contactos tipo DIN 41617 hembra.

Clema de 4 contactos para circuito impreso.

Placa circuito impreso EPS 85058.

TÉCNICAS DE CONVERSIÓN

A/D



Estas técnicas se pueden dividir en dos categorías: conversión A/D con valor proporcional intermedio y conversión A/D con aproximaciones sucesivas.

A la primera categoría pertenecen los conversores que obtienen una señal analógica proporcional a la señal a convertir. En una segunda fase dicha señal intermedia es digitalizada y puede representar un tiempo, duración o frecuencia. Por lo tanto, podemos hablar de conversión A/D con valor analógico proporcional intermedio.

Forman parte de esta primera categoría las conversiones llamadas: de pendiente o rampa simple, de doble rampa y de tensión-frecuencia. La precisión de estos sistemas es muy elevada debido a la relativa sencillez de su fundamento. La duración de conversión es de 1 a 100 ms. Principalmente son utilizados en aplicaciones cuya función de visualización de valores digitales sin importar mucho la velocidad de conversión (voltímetro digital).

A la segunda categoría pertenecen los conversores cuyo procedimiento consiste en comparar la amplitud de la señal de entrada con un valor de referencia. A este tipo de conversores se les denomina conversores A/D comparativos o de aproximaciones sucesivas.

La conversión se desarrolla como sigue: la señal de control «arranque de conversión» pone a 0 el registro de aproximación sucesiva. De inmediato, la tensión de comparación es aplicada al comparador. Dicha tensión será igual a la mitad del valor máximo admisible. Si esta tensión es inferior a la tensión a convertir, la salida del comparador pasa a nivel lógico alto; pero si, por el contrario, el comparador pasa a nivel lógico bajo.

La próxima etapa comienza aplicando una nueva tensión de comparación, igual a la mitad de la mitad validada por la primera comparación. Si el nivel de la primera comparación es bajo será preciso desconectar momentáneamente la tensión de comparación, puesto que en la próxima comparación su valor será igual a la mitad de la primera tensión de referencia.

Si, por el contrario, el nivel lógico fruto de la primera comparación es alto, la próxima comparación se realizará en la mitad superior del margen de conversión. En consecuencia, el segundo valor de referencia será igual a una vez y media el primer valor de tensión de referencia. La secuencia de comparaciones se prolonga hasta completar el último bit. En este método, el tiempo de conversión es siempre el mismo, independientemente del valor de la señal a convertir, ya que sea cual fuere éste siempre será definido por 8 bits.

INTERFACE A/D

El corazón del interface es el circuito integrado ADC0804, que es un conversor A/D. Este IC trabaja con la técnica de aproximaciones sucesivas, pudiéndose conectar directamente al BUS de un microprocesador, ya que las ocho salidas pueden ser llevadas al estado de alta impedancia, no interfiriendo por ello en el flujo de datos.

Al ser un convertidor de ocho bits podemos definir 256 valores diferentes.

La conversión se realiza comenzando por el bit más significativo y, tras 64 ciclos de reloj, se completa el bit menos significativo. Dado que al finalizar la conversión queda una diferencia indeterminada entre el valor de la señal y el valor binario del convertidor, nuestra imprecisión será menor o igual a un medio de bit menos significativo.

El código obtenido en la conversión se transmite al tampón de salida donde se almacena hasta la lectura por el BUS de datos. Al mismo tiempo la báscula INTR se activa proporcionando en la pantalla 5 una indicación de final de conversión. Esta salida puede emplearse para activar una interrupción, aunque en nuestro montaje no se ha utilizado.

El convertidor posee dos entradas que permiten el comienzo de la conversión: WR y CS. La señal CS selecciona el integrado, por lo que debe existir primero o al mismo tiempo que la señal WR.

En el flanco de bajada de la señal WR las memorias internas del registro de aproximaciones sucesivas, SAR, se ponen a 0. La conversión no comienza hasta pasado un intervalo que puede ser de 1 a 8 períodos de reloj, medidos desde la subida de una cualquiera de estas dos señales.

El estado de puesta a cero (CS y WR simultáneamente a cero) constituye la iniciación del integrado; la báscula de comienzo de conversión se activa, desactivando a su vez la báscula de interrupción. El flip-flop 1, F/F 1, recibe un estado lógico alto que, tras un impulso de reloj, es transmitido a la entrada del registro de desplazamiento de 8 bits. A través de puerta AND G1 este «1», en combinación con la señal de reloj, proporciona la puesta a cero del flip-flop de comienzo de conversión. Por tanto, cuando una de las entradas WR o CS vuelve a estar a nivel alto, las salidas del flip-flop de comienzo se ponen a cero, y el registro de desplazamiento toma el «1» presente en la salida Q de F/F1, comenzando la conversión.

Este «1» pasa, con cada impulso de reloj, a través de los sucesivos registros hasta llegar a la salida Q del último. El nivel alto de estas salidas indica el fin de conversión interno, y, vía la puerta AND 62, toma los niveles presentes en el registro de aproximación sucesiva y los transfiere al registro de salida.

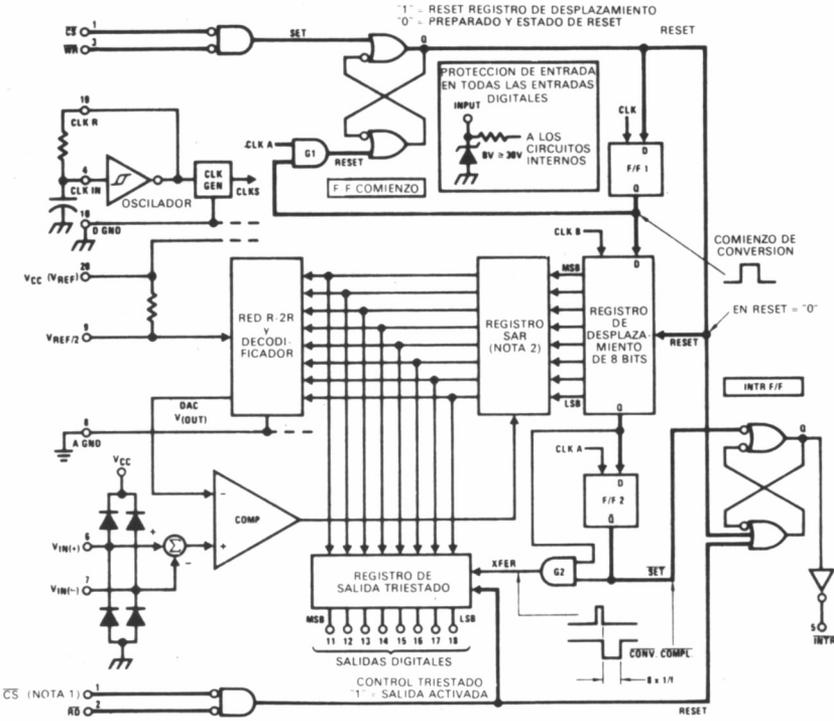
El dato queda almacenado en dicho registro, aunque la salida permanece en el estado de alta impedancia. En el siguiente impulso de reloj el «1» de la salida Q del SAR se transfiere a través de F/F2, posicionando la báscula de interrupción (INTR) que presenta un nivel lógico bajo en la patilla 5 del integrado. El resultado de la conversión queda almacenado en el registro de salida, listo para ser leído por el microprocesador.

Para realizar la lectura hay que colocar a cero simultáneamente las señales CS (selección) y RD (lectura). Esta combinación pone a cero la salida de la báscula de interrupción y presenta en el BUS de datos el contenido del registro de salida, que estaba en alta impedancia. En

el instante que cualquiera de estas dos señales se ponga a nivel lógico alto el registro de salida vuelve al estado de alta impedancia. Una vez extraído el dato se puede comenzar una nueva conversión repitiendo de nuevo el proceso.

DESCRIPCIÓN DE CIRCUITO

En la figura se presenta el esquema práctico de nuestros montajes. La resistencia R4 y el condensador C2 son los componentes del oscilador que determinan la velocidad de conversión. La frecuencia de este oscilador puede variarse entre 100 khz y 1.400 khz.



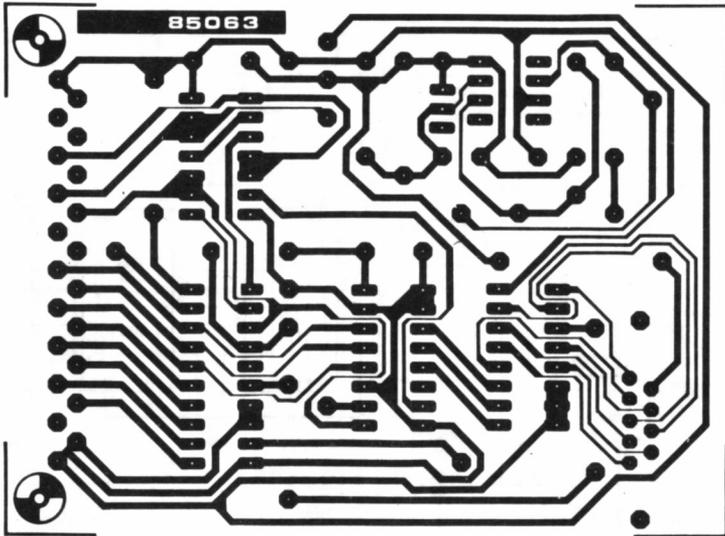
Nota 1: CS duplicado, para mayor claridad
 Nota 2: SAR = Registro de Aproximación Sucesiva

85063-1

9.11.1. Diagrama interno del integrado convertidor analógico/digital.

las ocho tensiones analógicas comprendidas entre 0 y 5 voltios a la entrada del convertidor. La selección del canal que se conecta a la entrada de IC1 se realiza por medio de un registro de almacenamiento, IC2, que recibe los datos de las líneas D0, D1 y D2 del BUS de datos. Los datos presentes en el BUS se almacenan en el 74LS173 cuando están presentes las señales SS y 02. La transferencia a este registro se realiza tanto como si se ejecuta una lectura o una escritura.

En la parte inferior del circuito se encuentra el circuito que forma la referencia de tensión, formada por el zener D1 y el operacional IC5. Si las exigencias de precisión no son elevadas, se puede sustituir el LM336 por un zener cualquiera, de tensión comprendida entre 1,8 y 2,2 voltios. P2 nos permite ajustar la tensión de referencia al valor deseado. Este valor será igual a a mitad del maximo valor de la señal de entrada. En nuestro caso lo hemos ajustado a 2,5 voltios, ya que



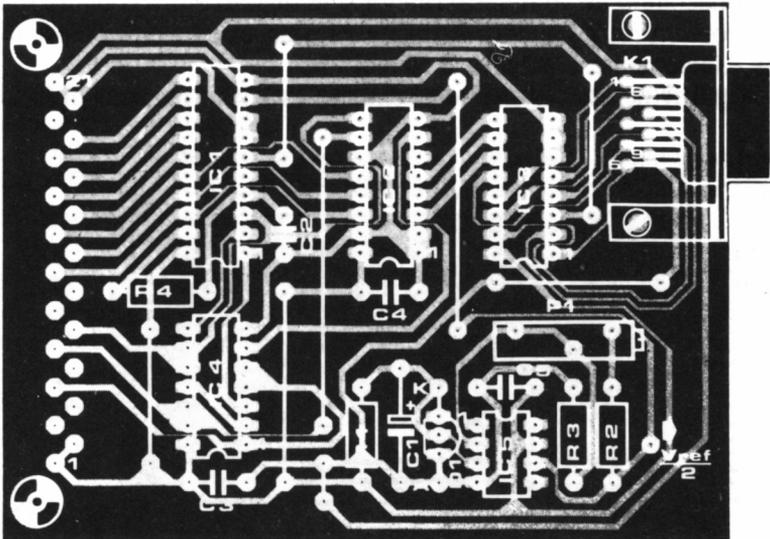
— 9.11.3. Circuito impreso del interface A/D.

la tensión máxima de entrada para este convertor es de 5 voltios. En caso de utilizar una tensión de referencia distinta a ésta debe tenerse en cuenta que el diodo zener D1 debe proporcionar una tensión ligeramente inferior a la deseada.

MONTAJE DEL CIRCUITO

Las normas para realizar el montaje de esta placa son las mismas dadas anteriormente.

Comenzaremos por soldar los puentes señalados con los trazos blancos para seguir con los componentes pasivos, zócalos y conectores. A continuación soldaremos el diodo zener de precisión LM336. Si las exigencias de precisión no son muy elevadas, podemos sustituir



el LM 336 por un zener cualquiera de tensiones comprendidas entre 1,8 y 2,2 voltios. Por último, insertaremos los circuitos integrados en sus zócalos correspondientes.

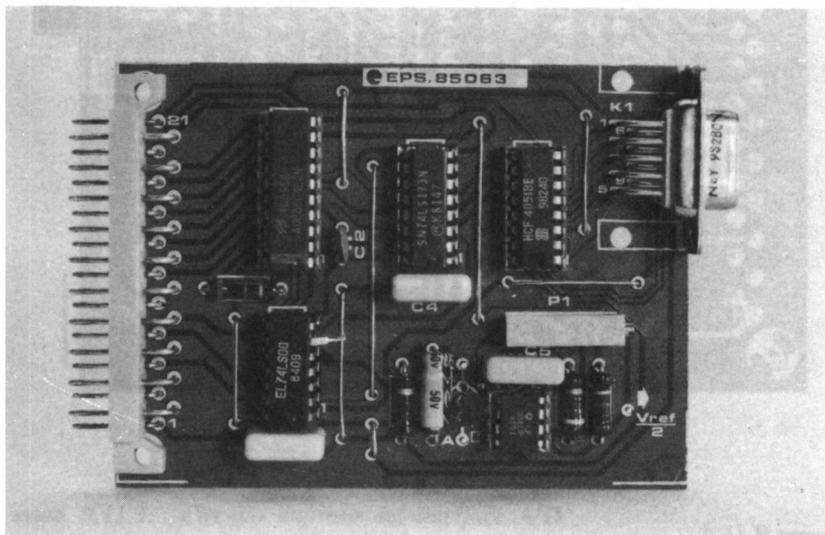
Tengamos en cuenta que tanto C1 como D1 son componentes que tienen polaridad, de manera que debemos respetarla y soldar el componente en la dirección correcta. Esto también es válido para los circuitos integrados, que debemos montar haciendo coincidir las muescas.

Dado que originalmente esta tarjeta estaba preparada para funcionar con la señal de lectura escritura en una misma línea, y no en dos como es el caso, es necesario dejar sin conectar el terminal 6 de IC4, dejando dicho terminal fuera del zócalo, y realizar un puente entre la patilla 6 del conector y el punto de soldadura de la patilla 6 de IC4. Todo quedará más claro observando las ilustraciones.

UTILIZACIÓN DEL CIRCUITO

Antes de proceder a su uso es necesario realizar un pequeño ajuste. Conectando un voltímetro (mejor si es digital) entre el punto señalado como $V_{ref}/2$ y masa, mediante P1 ajustaremos dicha tensión lo más exactamente posible a 2,50 voltios.

A partir de este momento el circuito está listo para ser utilizado.



Una vez conectado el módulo a uno de los conectores de BUS indicaremos, mediante la instrucción «OUT dirección, canal», cuál de las ocho entradas queremos leer. «Canal» tomará valores desde 0 a 7, dependiendo de la entrada de la que queremos saber el valor. «Dirección» tomará el valor de una de las direcciones reservadas al conector al que se encuentre conectado el conversor.

Si, por ejemplo, queremos saber cuál es el valor de la señal aplicada a la entrada 3 del conversor realizaremos un OUT 63984,2, suponiendo que esté enchufado al conector 1.

A continuación ejecutaremos un INP a la dirección anterior y leeremos el valor del canal especificado anteriormente.

Dado que el conversor es de ocho bits, obtendremos valores comprendidos entre 0 y 255.

El máximo voltaje admisible a la entrada del conversor son 5 voltios, por lo cual a una tensión de 2,5 voltios le corresponderá un valor de 127.

Mediante una simple regla de tres podremos calcular cuál es el valor real de la señal.

APLICACIONES

Las aplicaciones de nuestro conversor están únicamente limitadas por nuestra imaginación.

Podemos utilizarlo como un simple voltímetro situando unas resistencias divisoras a su entrada, pasando por medidor de temperatura, luminosidad, humedad, nivel, posición, etc.

Para controlar, la posición de un eje no tendremos más que conectar un potenciómetro entre +5 V y 0 V aplicando la toma intermedia a una entrada de nuestro convertidor. Entonces tendremos un voltaje proporcional a la posición del eje.

La única precaución que debemos tener es no aplicar nunca más de 5 voltios a las entradas de nuestro convertidor.

LISTA DE COMPONENTES

■ RESISTENCIAS:

R1 = 2K2 Ohm.

R2 = 100 Ohm.

R3 = 4K7 Ohm.

R4 = 10K Ohm.

P1 = 500 Ohm. multivuelta.

■ Condensadores:

C1 = 10 microf/16 volt. electrolítico.

C2 = 150 picof.

C3... C5 = 100 nanof.

■ Semiconductores:

D1 = LM336 2,5 volt. (ver texto).

IC1 = ADC 0804.

IC2 = 74 LS173.

IC3 = 4051.

IC4 = 74LS00.

IC5 = LF 356.

■ Varios:

Conector 21 contactos, macho acodado DIN 41617.

Conector 9 contactos acodado, SUB D.

1 zócalo 8 pines.

1 zócalo 14 pines.

2 zócalos 16 pines.

1 zócalo 20 pines.

Placa circuito impreso PCB 665063.

INTERFACE DE ENTRADA/SALIDA

En este último capítulo acometeremos la descripción y realización de un segundo módulo conectado a nuestro flamante bus de entrada y salida. Se trata, nada más y nada menos, que de un interface de entrada y salida de 8 bits.

Este nuevo módulo, junto con el imprescindible BUS y con el conversor analógico digital, abren un basto campo tanto en la medida como en el control.

Por una parte, dispondremos de la posibilidad de que nuestro Amstrad reconozca la magnitud de 8 señales analógicas, y por otra, dispondremos tanto de ocho canales de entrada como de otros tantos de salida digitales.

Y, como es lógico, llegó la ineludible pregunta. ¿Para qué me sirve a mí todo esto? Nada más sencillo de responder. Con la ayuda del programa adecuado, una vez éste procese los datos de entrada (análo-

gicos o digitales), actuaremos sobre alguna de las ocho salidas.

Tras realizar la acción se verifica si los nuevos datos de entrada son correctos, y en el caso de que no lo sean se corrige el error actuando de nuevo sobre las salidas. A esto se le denomina control interactivo.

El programa de control, en contra de lo que a primera vista puede parecer, no es complicado, aunque esto depende del número de funciones a controlar y de las prestaciones que queramos obtener.

DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO

Empezaremos la descripción por la parte encargada de la entrada de datos. Los datos que llegan del exterior se aplican directamente a las entradas del circuito integrado 74LS244 (IC6). Dicho circuito integrado es un bufer triestado de una dirección. La salida de este circuito permanece en el estado de alta impedancia hasta que es activado. De esta manera, se consigue que los datos almacenados en la salida no interfieran en el flujo normal de datos del BUS.

Este integrado se activa (selecciona) mediante las puertas N1... N4.

Para que la salida pase del estado de alta impedancia al de baja impedancia es necesario poner a nivel lógico bajo las entradas G1 y G2 simultáneamente durante un ciclo de reloj. La rayita que aparece en el esquema encima de la G significa precisamente que es activa a nivel lógico bajo.

Pues bien, dichos niveles lógicos bajos los tendremos disponibles cuando la señal de selección del conector SS esté a nivel lógico bajo y la señal de la lectura escritura (R/W) se encuentre a nivel lógico alto...

Como podemos observar en el esquema, las entradas del IC6 están conectadas a +5 voltios a través de las resistencias R1... R8. Con esto conseguimos que cada una de las entradas se encuentre a nivel lógico alto cuando estén en reposo o desconectadas. De esta forma conseguimos eliminar falsas lecturas, puesto que si la entrada estuviera flotante al realizar una lectura a veces nos daría un uno y las otras un cero.

Por lo tanto, cuando realicemos una lectura y todas las entradas se encuentren desactivadas obtendremos un 255.

De lo anterior se deduce que el nivel lógico bajo es el activo, con lo cual el sensor colocado a la entrada deberá producir un cero lógico

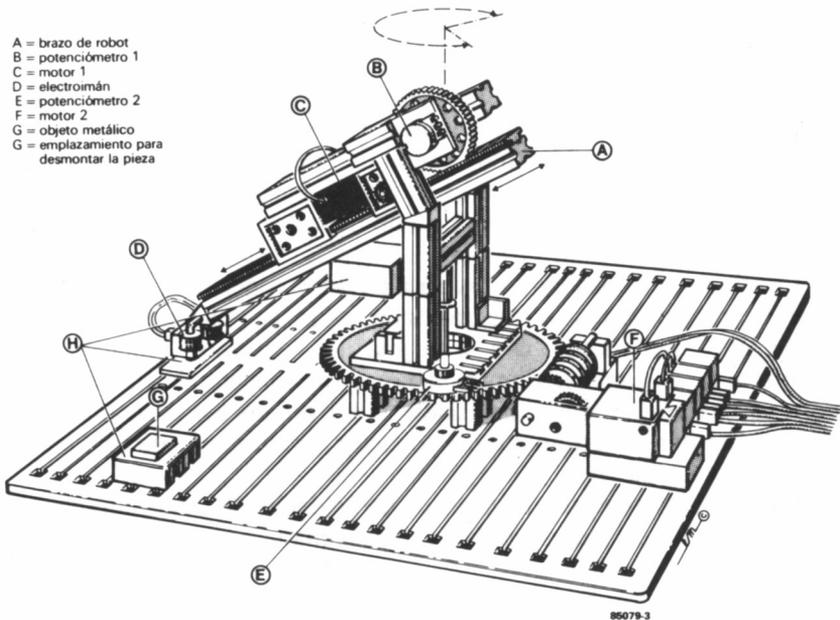
cuando esté activado, permutándose el 255 por un número distinto, dependiendo de la entrada o entradas activadas.

Una vez terminada la descripción de la sección de entrada, a continuación describiremos cómo funciona la de salida. Dicha sección está constituida por los circuitos integrados IC2, IC3, IC4 y por las puertas inversoras 5 y 6.

Los integrados IC2 e IC3 contienen cada uno de ellos cuatro registros tampón. Estos registros tienen la particularidad de que mantienen de manera constante el último estado lógico presente en su entrada.

Para que el estado presente en la salida del registro cambie deben activarse a la vez la señal de selección del conector (SS) y la escritura (R/W) durante un ciclo de reloj.

Estos nuevos estados permanecerán presentes en la salida hasta que se efectúe una nueva escritura (OUT), un RESET, o lógicamente se corte la corriente.



9.12.1. Circuito impreso del interface E/S de 8 bits.

En el momento del encendido se garantiza la puesta a cero de los registros mediante la conexión de la línea NRST a la entrada CLR (borrado) de los integrados.

Las salidas de los registros también atacan directamente a cada una de las entradas del ULN 2803, por lo cual tendremos a su salida el estado almacenado en los registros también.

El ULN 2803 (IC4) es una óctuple etapa de la potencia. Amplifica la señal TTL presente en su entrada, de manera que cada una de sus ocho salidas puede soportar una tensión de hasta 50 voltios y una intensidad de 500 mA (0,5 A).

Cada una de las ocho etapas de potencia está compuesta por un transistor Darlington con su correspondiente diodo de protección. Cada una de las ocho salidas están disponibles en el conector de salida K2.

REALIZACIÓN PRÁCTICA

El interfase de E/S se dispone sobre una placa de circuito impreso de iguales dimensiones a la del módulo conversor analógico/digital. Al igual que aquél, directamente es enchufable sobre la placa de BUS mediante su correspondiente conector.

Una vez dispongamos de los componentes y, por supuesto, de la placa de circuito impreso nos pondremos manos a la obra.

Lo primero que soldaremos, como de costumbre, son los puentes (señalado con un trazo blanco en la placa), para seguir con las resistencias y el único condensador. Este no tiene polaridad, por lo cual es indiferente su posición.

Continuaremos soldando los zócalos y los conectores. Por último insertaremos los circuitos integrados en sus correspondientes zócalos.

Al igual que sucedía con la tarjeta del conversor, tenemos que realizar una pequeña modificación: dejar sin conectar la patilla 8 de IC1, ya sea cortándola o dejándola fuera del zócalo, y realizar un puente que una el terminal 6 del conector con el punto de soldadura de la patilla 8 de IC1.

Como de costumbre utilizaremos un soldador de punta fina de 15 a 30 v y estaño de buena calidad de aproximadamente 1 mm. de diámetro.

Una vez comprobado que todo está correctamente soldado y los circuitos integrados en su zócalo en la posición correcta (tienen que coincidir las muescas), soldaduras brillantes y limpias, etc., el circuito estará listo para su uso, puesto que no es necesario ningún ajuste.

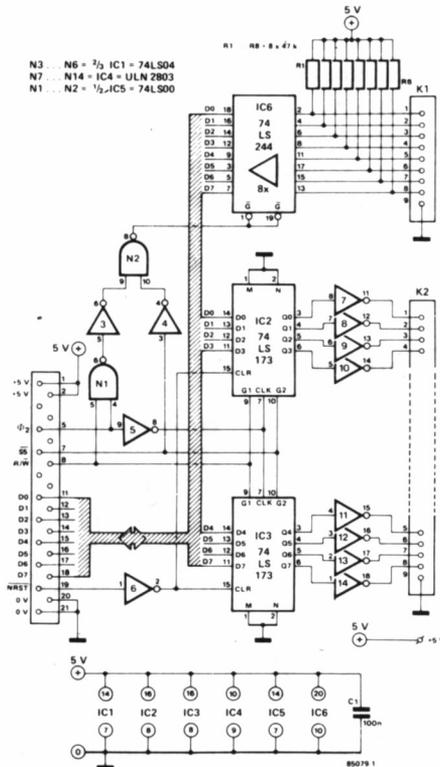
UTILIZACIÓN

Como seguramente habremos imaginado, lo único que tenemos que hacer para conocer el dato presente a la entrada es realizar un INP a cualquiera de las cuatro direcciones reservadas a cada conector.

Como es lógico, para activar las salidas haremos lo contrario, es decir, un OUT a cualquiera de las cuatro direcciones reservadas al conector al que se encuentre conectado el interface.

Dado que las salidas son el colector abierto, se comportan como si fuera el polo negativo. Es decir, sea lo que sea lo que conectemos a la salida lo haremos entre el polo positivo (+) y la salida, que, como hemos dicho anteriormente, actúa como polo negativo.

Si lo que conectemos a la salida necesita una tensión de alimenta-



9.12.2. Placa de entradas/salidas de 8 bits.

ción diferente a 5 voltios, o vamos a utilizar una fuente de alimentación diferente a la del micro, deberemos dejar la patilla 10 del ULN 2803 sin conectar, ya sea cortando la pista del circuito impreso o dejando fuera del zócalo dicha patilla, o doblándola hacia arriba.

Esto es necesario puesto que si no lo hacemos los diodos de protección no actuarán correctamente, produciendo un funcionamiento erróneo, y en el peor de los casos incluso destruyendo el circuito y todo el BUS.

Lo que siempre deberá estar conectado son las tomas de cero voltios del BUS y de la fuente de alimentación que utilicemos.

Tengamos siempre en cuenta que las entradas y salidas están en binario, mientras que los datos que utiliza el ordenador están en decimal, por lo cual tendremos que utilizar las fórmulas de conversión de binario a decimal y viceversa.

Como ya hemos dicho anteriormente, las aplicaciones de nuestro interface son prácticamente ilimitadas.

Mediante relés podemos controlar los 220 voltios de la red para encender o apagar cualquier aparato, como, por ejemplo, luces, estufas, alarmas, el televisor, etc.

A las entradas podremos colocar sensores que actúen cuando se abra una puerta o una ventana. Podremos también aplicar un sensor de final de carrera para aplicaciones de automatización, etc.

Con la ayuda del conversor A/D podremos realizar desde un pantógrafo a un brazo articulado o incluso un pequeño robot.

LISTA DE COMPONENTES

■ RESISTENCIAS.

R1... R8 = 47K.

■ CONDENSADOR:

C1 = 100 nF.

■ Semiconductores:

IC1 = 74LSA04.

IC2, IC3 = 74 LS173.

IC4 = ULN 2803.

IC5 = 74LS00.

IC6 = 74LS244.

■ Varios:

Conector 21 contactos tipo DIN41617 acodado.

K1, K2 = Conectores 9 patillas tipo D hembra acodado para circuito impreso.

2 zócalos de 14 pines.

2 zócalos de 16 pines.

1 zócalo de 18 pines.

1 zócalo de 20 pines.

Placa EPS 85079.

La mayoría de los libros de informática publicados hasta la fecha tratan casi en exclusiva del software del ordenador, o cuando hablan del hardware lo hacen tan sólo de pasada. El presente libro rompe los esquemas habidos hasta la fecha con un contenido nada habitual, que podemos dividir en dos partes: descripción de los componentes más usuales, así como consejos y sugerencias válidos para cualquier aficionado al bricolaje electrónico y descripción de una serie de montajes que nosotros mismos podremos realizar.

GRAN BIBLIOTECA
AMSTRAD

450 ptas.
(incluido IVA)

Precio en Canarias, Ceuta y Melilla: 435 ptas.