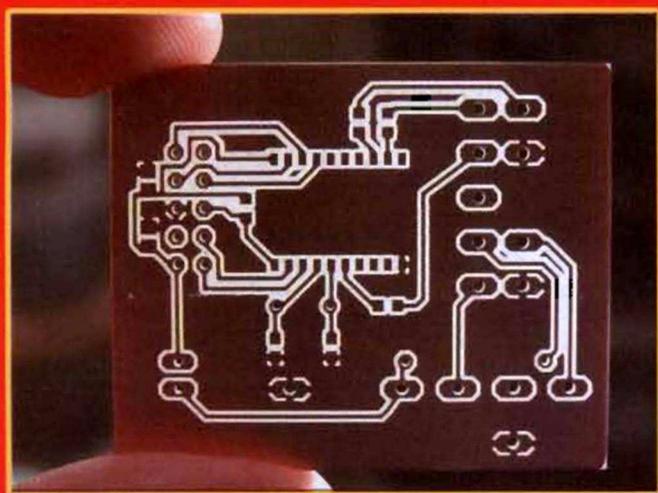


Descargue **GRATIS** 2 CDs: Componentes, Circuitos Impresos y Reballing

Nº DE COLECCION 83 - Rep. Argentina: \$19 - México: \$42M/N - Otros Países: U\$S 6

# Club **SABER.** **ELECTRÓNICA**



Con el respaldo  
**SABER  
ELECTRÓNICA**

## Fabricación de Proyectos Electrónicos



# Circuitos Impresos



Manual de Componentes Electrónicos y Fabricación de Circuitos Impresos

# Reballing & Reparación

de Consolas de Videojuegos

**FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS - LOS CIRCUITOS IMPRESOS:**

# SUMARIO

**CAPÍTULO 1: LOS CIRCUITOS IMPRESOS** .....3

Introducción .....3

Los Elementos Necesarios .....5

Construcción de las Placas de Circuitos Impresos .....6

Proyecto de la Placa .....9

Diseño Asistido, Recursos Especiales .....14

El Jumper .....14

Pistas Gruesas .....14

Relleno de Espacios Vacíos .....14

Dimensionamiento de la Placa .....15

Diseño para los Resistores .....16

Diseño para los Capacitores Electrolíticos .....18

Conclusión .....20

Fabricación sin Percloruro Férrico:

Un Método Práctico .....20

Cómo Hacer Circuitos Impresos

Empleando Material Fotosensible .....23

Introducción .....24

Limpieza .....24

Exposición .....25

Revelado .....26

Eliminación del Cobre, Construcción del Impreso .....27

Remoción de la Emulsión Polimerizada .....27

Fabricación de PCB por el Método de la Plancha .....28

Introducción .....28

Primeros Comentarios del Autor .....29

**CAPÍTULO 2: DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS**

**ASISTIDO POR COMPUTADORA** .....37

Introducción .....37

KBAN: Fácil y Poderoso .....38

Funciones de la Barra del Menú .....40

Introducción al KICAD .....47

Creación de un Circuito Eléctrico .....49

Edición de Componentes .....49

Bibliotecas .....50

Programas Complementarios .....50

Instalación de KICAD .....50

Dependencias .....51

Diseño de un Circuito .....52

Creación de un Nuevo Proyecto .....52

Formato de Archivos .....53

Edición del Circuito Eléctrico .....53

**CAPÍTULO 3: SOLDADO Y DESOLDADO DE COMPONENTES**

**SMD y BGA** .....57

Introducción .....57

Los Dispositivos SMD .....58

Limpiador por Ultrasonido .....63

Productos Químicos para Retirar Componentes SMD .....65

Procedimiento General para Retirar un

Componente SMD .....66

Procedimiento Especial para Retirar

Componentes Pegados al Circuito Impreso .....67

Cómo Desoldar y Soldar un Componente TQFP .....68

Los Componentes BGA .....72

Introducción .....72

Las Soldaduras BGA .....73

Trabajando con Componentes BGA .....74

Bibliografía .....80

# Editorial

**Director**

Ing. Horacio D. Vallejo

**Producción**

José María Nieves (Grupo Quark SRL)

**Selección y Coordinación:**  
Ing. Horacio Daniel Vallejo

**EDITORIAL QUARK S.R.L.**

Propietaria de los derechos en castellano de la publicación mensual **SABER ELECTRÓNICA** - San Ricardo 2072 (1273) - Capital Federal - Buenos Aires - Argentina - T.E. 4301-8804

**Administración y Negocios**

Teresa C. Jara (Grupo Quark SRL)  
Patricia Rivero Rivero (SISA SA de CV)  
Margarita Rivero Rivero (SISA SA de CV)

**Staff**

Liliana Teresa Vallejo  
Mariela Vallejo  
Diego Vallejo  
Luis Alberto Castro Regalado (SISA SA de CV)  
José Luis Paredes Flores (SISA SA de CV)

**Systemas:** Paula Mariana Vidal  
**Red y Computadoras:** Raúl Romero  
**Videos y Animaciones:** Fernando Fernández  
**Legales:** Fernando Flores  
**Contaduría:** Fernando Ducach  
**Técnica y Desarrollo de Prototipos:**  
Alfredo Armando Flores

**Atención al Cliente**  
Alejandro Vallejo  
ateclien@webelectronica.com.ar

Internet: [www.webelectronica.com.mx](http://www.webelectronica.com.mx)

**Publicidad:**  
Rafael Morales  
rafamorales@webelectronica.com.ar

**Club SE:**  
Grupo Quark SRL  
lni@leguizamon@webelectronica.com.ar

**Editorial Quark SRL**  
San Ricardo 2072 (1273) - Capital Federal  
[www.webelectronica.com.ar](http://www.webelectronica.com.ar)

La Editorial no se responsabiliza por el contenido de las notas firmadas. Todos los productos o marcas que se mencionan son a los efectos de prestar un servicio al lector, y no entrañan responsabilidad de nuestra parte. Está prohibida la reproducción total o parcial del material contenido en esta revista, así como la industrialización y/o comercialización de los aparatos o ideas que aparecen en los mencionados textos, bajo pena de sanciones legales, salvo mediante autorización por escrito de la Editorial.

Impresión: Talleres Bahiaca - México

Bien... creemos que con este ejemplar estamos dando solución al pedido de muchos lectores, quienes desean hacer sus primeros proyectos y no saben por donde comenzar a la hora de tener que fabricar sus primeros PCB.

Este libro surge como una recopilación de varios artículos publicados tanto en Saber Electrónica como en otras obras de Editorial Quark y tiene como objetivo mostrarle diferentes formas de fabricar impresos en forma artesanal y con la ayuda de una computadora.

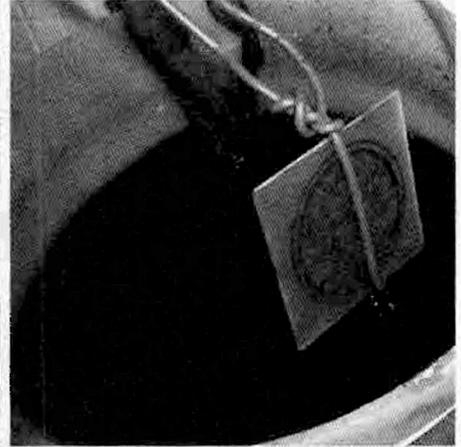
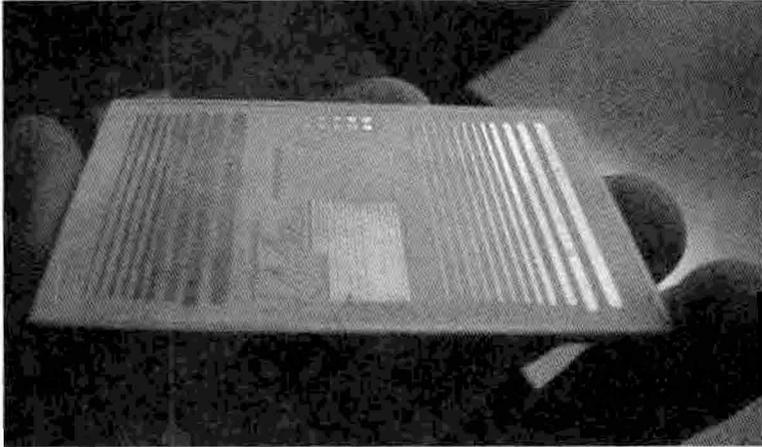
El primer capítulo trata sobre los métodos clásicos de fabricación "casera" incluyendo los nuevos métodos que emplean las placas pre-sensibilizadas. Aquí mostramos cómo puede dibujar las pistas sobre la placa cobreada y de qué manera se ataca el cobre que uno no quiere que permanezca en el circuito, también le indicamos cómo se realizan las perforaciones. En el segundo capítulo le explicamos en qué consiste un diseño de PCB asistido por computadora, empleando dos programas gratuitos que puede descargar desde nuestra web. También dejamos un capítulo para los nuevos componentes que son el terror de los técnicos, nos referimos a los dispositivos SMD y BGA.

Como puede comprender, 80 páginas no alcanzan para exponer todo lo que el lector necesita saber, es por eso que lo invitamos a descargar 2 CDs multimedia con videos, tutoriales, guías de reparación y hasta cursos completos que incluyen los novedosos métodos de reballing en equipos electrónicos. Esperamos que esta obra sea de su agrado.

*Hasta el mes próximo!*

## SOBRE LOS 2 CDs Y SU DESCARGA

Ud. podrá descargar de nuestra web 2 CDs: A) **Manual de Componentes Electrónicos y Fabricación de Circuitos Impresos** y B) **Reballing y Reparación de Consolas de Videojuegos**. Todos los CDs son productos multimedia completos con un costo de mercado equivalente a 11 dólares americanos cada uno y Ud. los puede descargar GRATIS con su número de serie por ser comprador de este libro. Para realizar la descarga deberá ingresar a nuestra web: [www.webelectronica.com.mx](http://www.webelectronica.com.mx), tendrá que hacer clic en el ícono password e ingresar la clave "FC183". Tenga este texto cerca suyo ya que se le hará una pregunta aleatoria sobre el contenido para que pueda iniciar la descarga.



# CÓMO SE HACEN LOS CIRCUITOS IMPRESOS

*Este capítulo está destinado a los aficionados y estudiantes que aún no han perfeccionado su técnica para la fabricación de sus propios circuitos o directamente desconocen la forma para llevar este procedimiento a cabo. Sin embargo, el técnico experimentado o el profesional que puede encontrarse con esta tarea, también descubrirá conocimientos valiosos, dado que se dan incluso, las medidas de componentes electrónicos para encarar proyectos con precisión.*

### INTRODUCCIÓN

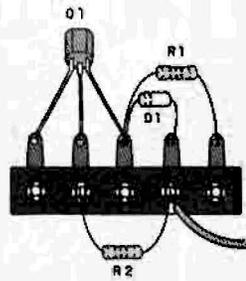
La mayoría de los estudiantes que hayan "ojeado" una revista de electrónica puede darse una idea de cómo "llevar al papel" las pistas que permitan diseñar y construir una placa de circuito impreso. Los montajes en placas de circuito impreso, presentan varias ventajas respecto a otras técnicas, como por ejemplo:

- \* Posibilitan montajes más compactos;
- \* Son más confiables;
- \* Facilitan el montaje con la reducción del número de interconexiones.

A continuación veremos cómo hacer una placa de circuito impreso, si bien abordaremos sólo algunos aspectos de las muchas técnicas existentes para esta finalidad, con el fin de ayudar al principiante a iniciarse en los procedimientos básicos.

En el armado de un equipo, los diversos componentes deben ser interconectados y fijados. Podemos usar puentes de terminales para la fijación, y trozos de alam-

bre para la interconexión. En aparatos antiguos se usaban chasis de metal donde los componentes más voluminosos eran sujetos, y a

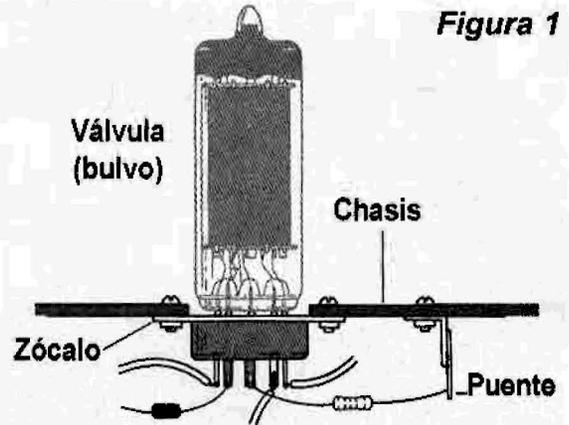


**Montaje en Puente**

partir de ellos, los demás se interconectaban directamente por sus terminales o por cables (figura 1). La utilización de una placa de circuito impreso facilita el montaje de componentes de dimensiones pequeñas como resistores, capacitores, diodos, transistores, circuitos integrados, etc., en el sentido de que, al mismo tiempo que les ofrece sustentación mecánica, también proporciona las interconexiones. Una placa de circuito impreso no es más que un soporte de fibra o pertinax en la que se pueden "grabar" pistas de cobre que, siendo conductoras, proporcionan las interconexiones entre los componentes. La disposición de estas pistas puede ser planeada de modo de interconectar los componentes en la forma que corresponda al circuito (figura 2).

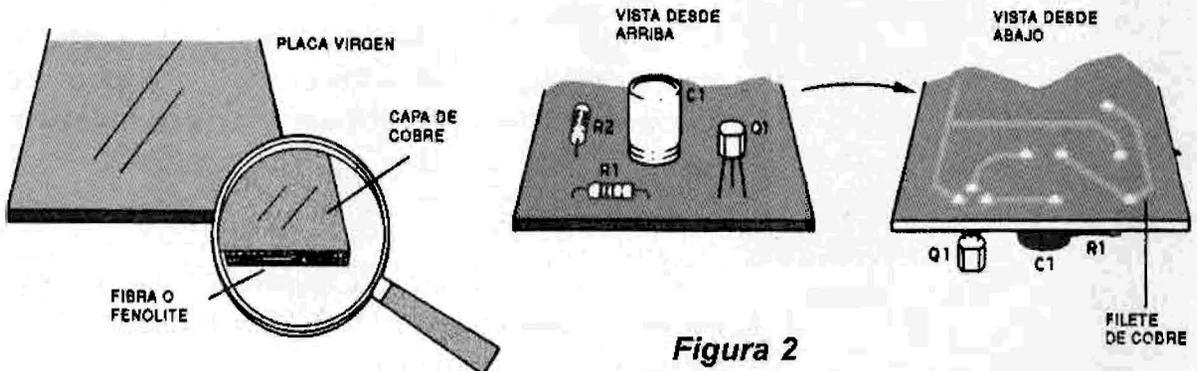
Normalmente, para la confección de una placa existen dos posibilidades que deben ser bien analizadas por los armadores.

**Figura 1**



*Una placa de circuito impreso no es más que un soporte de fibra o pertinax en la que se pueden "grabar" pistas de cobre que, siendo conductoras, proporcionan las interconexiones entre los componentes.*

*Si bien existen métodos "sencillos" que hacen uso de placas de circuito impreso pre sensibilizadas, es necesario que el estudiante realice experiencias con el método tradicional que se está explicando en estas páginas.*



**Figura 2**

**Construir circuitos impresos es una tarea sencilla si se siguen algunos pasos básicos. Hay que tener cuidado porque se emplea un material altamente corrosivo.**

**Comencé mis primeros proyectos hace más de 40 años y, desde entonces, "increíblemente" se utilizan los mismos elementos.**

**Para su primer proyecto intente que las pistas sean gruesas y deje bastante cobre entorno de los agujeros que deberá realizar con una broca de 0,8 mm.**

\* Tener un dibujo listo de la disposición de las pistas de cobre y componentes, bastará hacer una copia (transferir a la placa).

\* Tener solamente un diagrama (esquema del circuito) debiendo planear la disposición de los componentes y de las pistas.

En el primer caso, bastará que el lector tenga los elementos para "copiar la placa".

En el segundo caso, el lector necesita tener conocimientos mayores, principalmente de la simbología y dimensiones de los componentes para poder proyectar correctamente una placa. Vea entonces que la expresión confeccionar una placa expresa un concepto distinto del que indica proyectar una placa.

### LOS ELEMENTOS NECESARIOS

Comencé mis primeros proyectos hace más de 40 años y desde entonces "increíblemente" se utilizan los mismos elementos.

El material para la elaboración de las placas es sencillo y puede adquirirlo tanto por partes como en forma de kit. El material básico que el lector debe poseer es el siguiente:

- 1/2 litro de percloruro (solución o polvo para prepararlo),
- 1 cubeta para circuitos impresos (plástico),
- 1 lapicera para circuito impreso,
- 1 perforadora para circuito impreso,
- 1 paquete de algodón,
- 1 frasquito de solvente (acetona, bencina, thinner, etc),
- 1 lapicera común,
- 1 clavo grande o punzón,
- 1 hoja de papel de calcar,
- 1 rollito de cinta adhesiva.

La perforadora puede ser tanto del tipo eléctrica como

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

manual; la lapicera puede ser del tipo de llenar o incluso una pluma estilográfica, en caso de que se use esmalte de uñas diluido con acetona como "tinta". El material optativo es el siguiente:

- 2 ó 3 rollitos de graph-line de 0,5 a 1,5 mm,
- 1 rollito de cinta crepe,
- 1 ó 2 hojitas de símbolos autoadhesivos de istas para terminales de transistores o zócalos de integrados,
- 1 frasquito de ioduro de plata,
- 1 frasquito de flux.

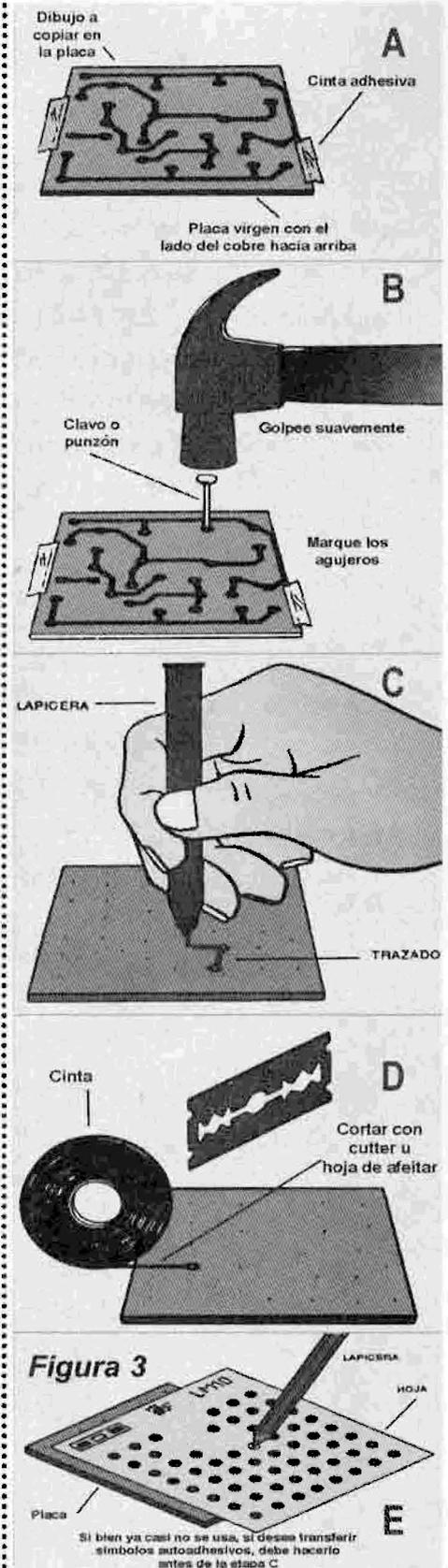
El uso de todo este material admite muchas variaciones, pero daremos solamente algunos procedimientos básicos para la realización de placas que, a través de su experiencia, pueden ser modificados.

### CONSTRUCCIÓN DE LAS PLACAS DE CIRCUITOS IMPRESOS

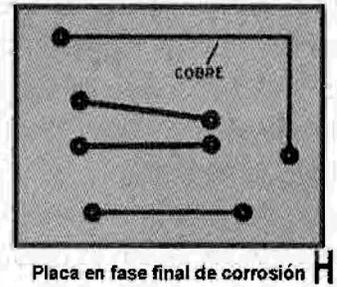
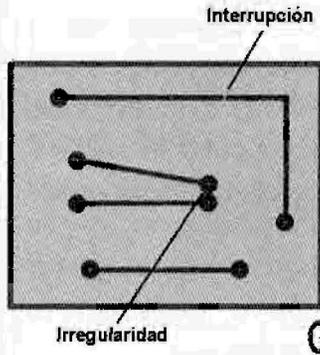
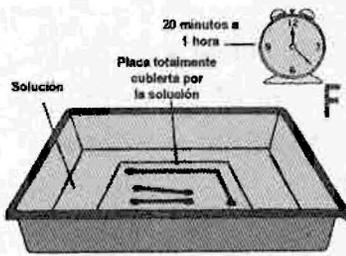
Ya en posesión del diseño original en tamaño natural, correspondiente al lado cobreado de la placa, debemos empezar por transferirlo a una placa virgen, o sea, una placa totalmente cubierta por una capa de cobre. Para eso, fijamos el dibujo (copiado en papel de calcar) sobre la placa de circuito impreso, como muestra la figura 3 (a).

Con el clavo o punzón marcamos los puntos que corresponden a los agujeros por donde van a pasar los terminales de los componentes. Estas marcas, obtenidas con un golpe no muy fuerte, servirán de guía para la copia del dibujo, como muestra en (b) de la misma figura 3.

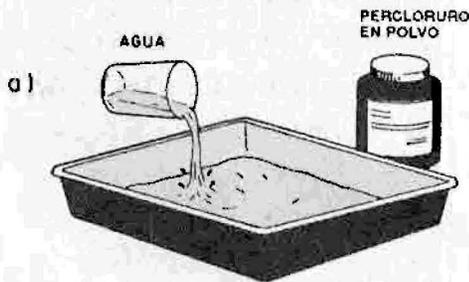
Con todos los orificios marcados, retiramos el dibujo y pasamos a copiar las conexiones que corresponden a las tiras de cobre con la lapicera de circuito impreso, como muestra en (c). Si las tiras fueran muy finas y se



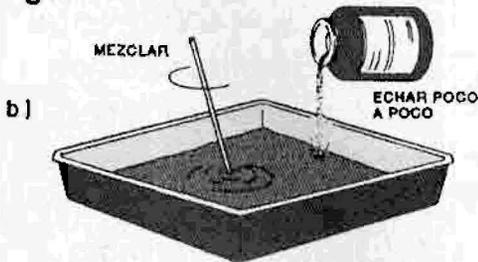
**Figura 4**



desea una terminación más profesional de la placa, se pueden usar las tiras de "graph-line", cinta autoadhesiva, que se fijan por simple presión, como muestra la figura 3 (d). Para las tiras más gruesas se puede usar la cinta crepe y si hubieran regiones amplias a cubrir con la tinta, el esmalte común de uñas se puede usar perfectamente. Lo importante es no dejar fallas en cada caso.



**Figura 5**



Los puntos en que van a entrar los terminales de los componentes y que por lo tanto corresponden a los agujeros marcados, se deben hacer con cuidado como muestra la figura 3 (e). Las "islas" autoadhesivas permiten que estos puntos tengan una apariencia mejor. Una vez que se haya transferido todo el diseño es preciso preparar la solución de percloruro (si no la tiene ya preparada).

Si compró la solución lista (líquido) sólo queda echar un poco, lo suficiente para cubrir la placa, en la cubeta. Si su percloruro viene en forma de polvo, va a tener que disolverlo en agua. Para ello proceda del siguiente modo (vea la figura 5):

En la misma cubeta, coloque la misma cantidad de agua que corresponde al polvo (1 litro de agua por cada kilo de polvo, medio litro de agua por cada medio kilo de polvo, y así sucesivamente). Después, lentamente, vaya colocando pequeñas porciones de percloruro en el agua, mientras revuelve con un trozo de

madera. Notará que el proceso libera calor, de modo que la solución se calienta sola. ¡No deje que se caliente mucho, pues puede deformarse su cubeta de plástico! Cuando la solución se pone caliente, espere un poco antes de agregar más percloruro para esperar que se enfríe.

Una vez que la solución esté lista, podrá usarla docenas de veces en la corrosión de placas, antes de que esté tan contaminada que tenga que tirarla.

Para usar la solución es importante tener un lugar apropiado con buena ventilación y lejos de cosas que se pueden manchar. En la figura 5 tenemos los distintos pasos para la preparación de la solución. Con la solución lista y la placa en condiciones, sólo resta colocarla en la cubeta (figura 4 - f).

La placa debe ser colocada de modo que no se formen burbujas de aire en su superficie.

El tiempo de corrosión puede variar entre 20 minutos y 1 hora, eso depende de la pureza de la solución. Periódicamente, usando dos trozos de madera o un broche de madera para la ropa, puede levantar con cuidado la placa y verificar en qué punto está la corrosión. En las fases finales, el cobre de las regiones descubiertas va quedando totalmente eliminado, como muestra la figura 4 (g).

Cuando la placa está totalmente corroída, debe retirarla del baño y lavarla en agua corriente de modo de quitar todos los vestigios de percloruro, el cual puede ser guardado para la confección de nuevas placas (guarde la botella de percloruro en lugar ventilado, lejos de objetos de metal que el mismo pueda atacar). Una vez lavada, quite de la placa la tinta especial que usó para dibujar las pistas, los símbolos autoadhesivos o el esmalte, con algodón y solvente o lana de acero fina (la normalmente conocida bajo el nombre de "virulana").

La placa, una vez lista, no debe presentar pistas irregulares o interrupciones, como muestra la figura 4 (h). Para mayor seguridad, le recomendamos examinarla

**ATENCIÓN: INUNCA ECHE EL AGUA SOBRE EL PERCLORURO PUES LA REACCION PUEDE HACER QUE LA SUSTANCIA EXPLOTE, MANCHE Y QUEME LO QUE TOQUE, Y SI LE DA EN LOS OJOS HASTA PUEDE CEGARLO!**

*Una vez que la solución esté lista, podrá usarla docenas de veces en la corrosión de placas, antes de que esté tan contaminada que tenga que tirarla.*

*Seguramente, si Ud. nunca ha tenido contacto antes con la electrónica, difícilmente pueda interpretar un diagrama eléctrico y mucho menos, conocer componentes reales. Si ése es su caso, le recomendamos "saltar" las próximas páginas y guardar la información para un momento más oportuno (cuando haya avanzado en sus estudios).*

**Es muy importante realizar el diseño de la placa de circuito impreso con pistas gruesas y bien definidas.**

**Comience realizando diseños sencillos y, cuando tenga experiencia, emplee programas de autorroteo que hacen el circuito impreso por computadora.**

**En esta misma edición explicamos cómo usar programas sencillos.**

con una lupa o cuentahilos y buena luz. Si hay interrupciones, se reparan con un poquito de estaño. Después sólo queda hacer las perforaciones en los lugares correspondientes a los terminales de los componentes.

Una capa de ioduro de plata pasada con algodón puede ser eficiente para proteger el cobre contra la oxidación. El barniz incoloro también sirve para la misma finalidad.

También se puede pasar flux antes de soldar.

## PROYECTO DE LA PLACA

Explicaremos en forma sencilla y paso a paso cómo realizar todo el proceso de convertir un diagrama de circuito en una buena placa.

A partir de un diseño ya hecho, en el que se muestran tanto el lado cobreado como el lado de los componentes sobre la placa, es bastante fácil, según lo descrito hasta aquí, llegar a la placa lista para un montaje.

*¿Cómo hacer en el caso de haber conseguido sólo el diagrama del aparato? ¿cómo transferir al cobre las conexiones que llevan a un amplificador, un oscilador o un transmisor?*

El problema no es tan complicado como parece. Va-

mos a suponer un amplificador como el mostrado en la figura 6. Se trata de un amplificador de tres transistores, que puede usarse como etapa de salida de radios, sirenas o como amplificador de prueba. El material usado es el siguiente:

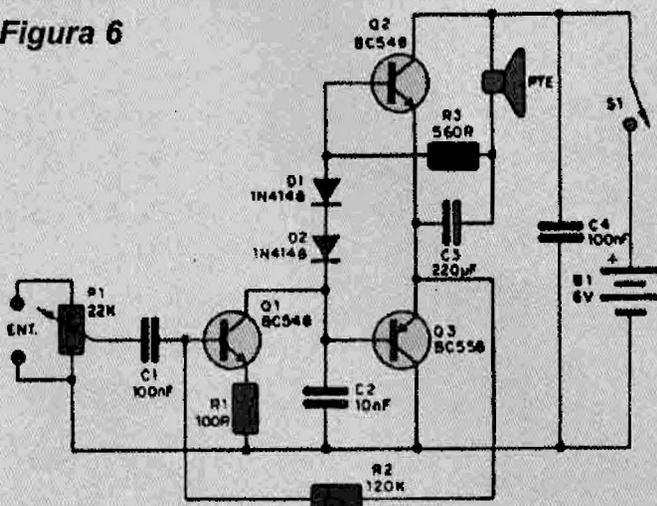
$$R1 = 100\Omega \times 1/8W$$

$$R2 = 120k\Omega \times 1/8W$$

$$R3 = 560\Omega \times 1/8W$$

Vea que todos los resistores son de

**Figura 6**



## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

pequeña potencia, por las propias características del circuito, que es también de baja potencia.

$C1 = 100nF$   $C2 = 10nF$

$C3 = 220\mu F$   $C4 = 100nF$

Los capacitores  $C1$ ,  $C2$  y  $C4$  pueden ser cerámicos, y  $C3$  debe tener una tensión de trabajo mayor que la alimentación.

$D1, D2 = 1N4148$  o cualquier diodo de uso general

$Q1, Q2 = BC548$  o cualquier transistor NPN de uso general

$Q3 = BC558$  o cualquier PNP de uso general

$P1 =$  potenciómetro de  $25k\Omega$

$PTE =$  parlante de  $8\Omega$  y  $3''$

$S1 =$  interruptor simple

$B1 =$  Fuente de alimentación o conjunto de pilas de  $6V$

Debemos saber, en primer lugar, lo que vamos a montar en la placa de circuito impreso. En este caso, está claro que las pilas (o la fuente), el parlante,  $S1$ , y el potenciómetro pueden quedar fuera.

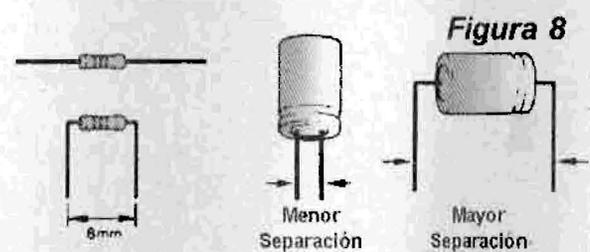
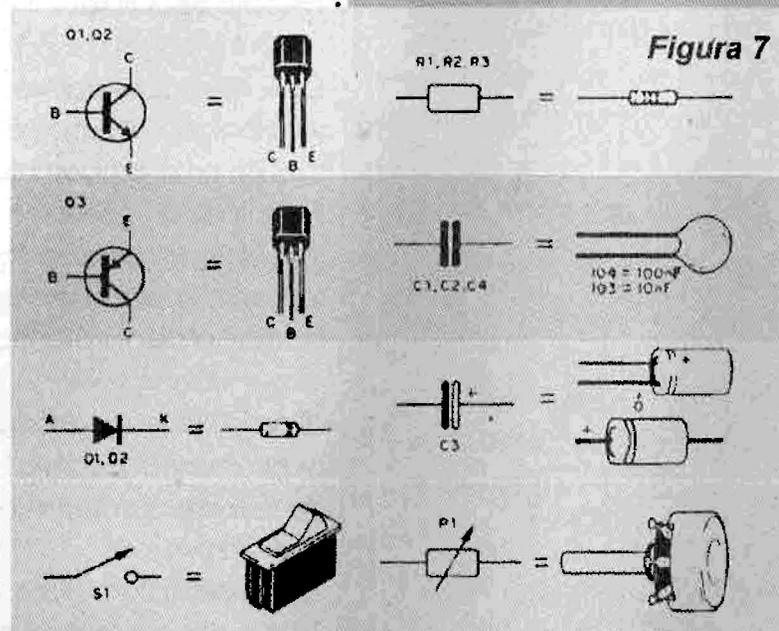
Debemos entonces disponer en la placa, todos los demás componentes de tal forma que las pistas de cobre los interconecte de manera que corresponda al circuito mostrado.

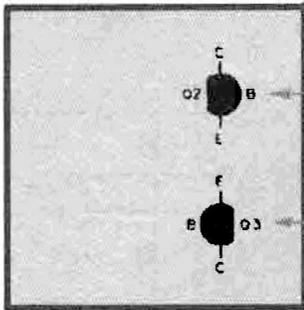
Queda claro que lo primero que el lector precisa saber es la correspondencia entre los símbolos de los componentes y su aspecto real.

En la figura 7 mostramos esta correspondencia para el caso de este amplificador.

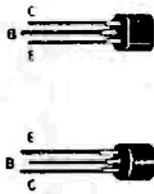
Vea que esto es importante, pues define el espacio que disponemos en la placa para cada uno y

Lo primero que el lector precisa saber, para el diseño de una placa de circuito impreso, es la correspondencia entre los símbolos de los componentes y su aspecto real.

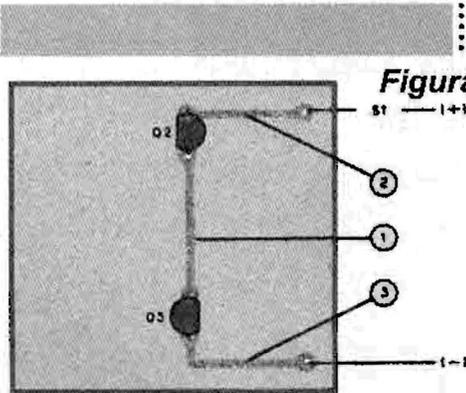




**Figura 9**



la forma cómo será ocupado este espacio. Para los resistores de 1/8W, por ejemplo, si queremos montarlos horizontalmente, tendremos que separar los agujeros en la placa por lo menos 8 mm. Si un electrolítico tuviera terminales paralelos, la separación debe ser verificada antes y será menor que en el caso de uno que tenga terminales axiales (figura 8).



**Figura 10**

*¿Cómo hacer la disposición en la placa?*

Una sugerencia para que comience a hacer sus diseños es usar una hoja de papel común y lapiceras de dos colores, una oscura para diseñar los componentes y otra más clara para dibujar las pistas de cobre (una negra y una roja, por ejemplo). El trabajo del proyecto, por lo menos en esta etapa inicial, consiste simplemente en cambiar los símbolos de los componentes por su aspecto real y las líneas que los interconectan

por pistas de cobre. Tomando como ejemplo nuestro amplificador, podemos comenzar de la siguiente forma: observando las apariencias de los transistores de salida Q2 y Q3, dibujamos éstos en una posición correspondiente al esquema, como muestra la figura 9. Observe que, como en el diagrama, los emisores quedan en la misma dirección.

Podemos entonces comenzar dibujando una pista de cobre que una los dos emisores, marcada con (1 en el dibujo de la placa de la figura 10).

Ahora, como segunda etapa, podemos observar que el colector del transistor Q2 debe recibir alimentación positiva (pasando por S1) y el de Q3, negativa. Para esto, las pistas terminan en puntos de conexión fuera de la placa pues el interruptor y la batería quedan fuera de la misma. Las dos pistas son marcadas ahora con (2) y (3) en la placa.

A continuación debemos pensar en las conexiones de las bases de los transistores. Mirando el diagrama, vemos que entre las bases están los dos diodos, D1 y D2.

*Es preciso conocer el tamaño de los componentes para poder realizar una buena distribución sobre la placa.*

*Tiene que pasar al cobre el diseño hecho, recordando que dibujamos todo como si lo estuviéramos viendo "por arriba", del lado de los componentes. Ahora, el diseño debe ser copiado e "invertido" en el cobre*

Vemos también que en la salida precisamos encontrar un lugar para C3 y también para R3 (Para ser montados en posición horizontal, se necesita doblar los terminales de los componentes. En la práctica, no se debe doblar el terminal exactamente junto a su cuerpo, pues puede haber roturas o desprendimiento. Por lo tanto, su tamaño real será el que tenga con los terminales doblados).

Los diodos D1 y D2 pueden ser colocados en una posición que recuerda el propio diagrama, como muestra la figura 11. La conexión de los diodos a las bases es mostrada por (4) y (5), se nota que se debe seguir su polaridad. El capacitor C3 y el resistor R3 van al parlante, que es un componente externo a la placa. Podemos entonces colocar C3 de tal modo que de él salga el cable que va al parlante. Sus conexiones se muestran en cobre como (6) y (7).

Observe que su polo negativo va a la misma pista que interconecta los emisores de los transistores, como en el diagrama. Para R3 podemos aprovechar la posición vacía encima de C3, haciendo las conexiones (8) y (9). Del lado de estos componentes, tenemos también, interconectando el polo positivo de la alimentación con el negativo, el capacitor C4, cerámico. Aprovechamos el espacio abajo de C3 para colocarlo y hacer sus conexiones (10) y (11).

Podemos pasar a los componentes alrededor de Q1. En primer lugar vemos que C2 está conectado a la base de Q3 y el polo negativo de la alimentación. Esto será fácil de llevar a la placa, pues C2 es pequeño y cabe enseguida debajo de los diodos D1 y D2.

Tenemos entonces las conexiones en cobre dadas por (12) y (13) en la prolongación de la pista del polo negativo (figura 12). Ahora le toca al transistor Q1.

Observamos que el mismo tiene en su emisor

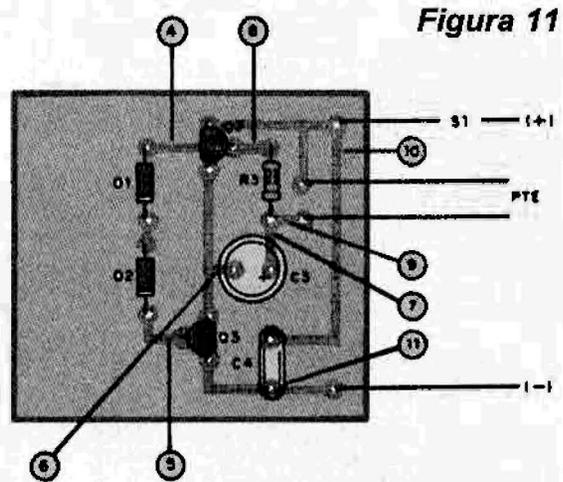


Figura 11

*Una vez que fabricó el impreso, debe soldar los componentes, teniendo mucho cuidado de que cada uno esté en su lugar.*

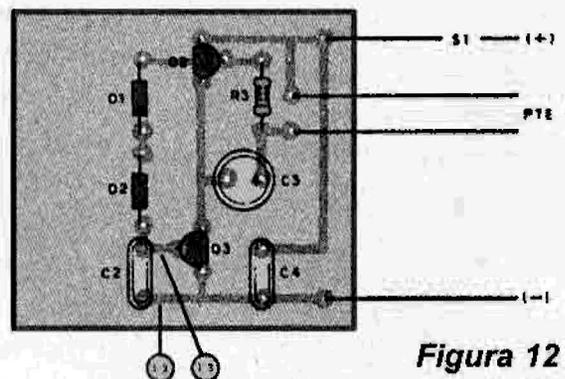
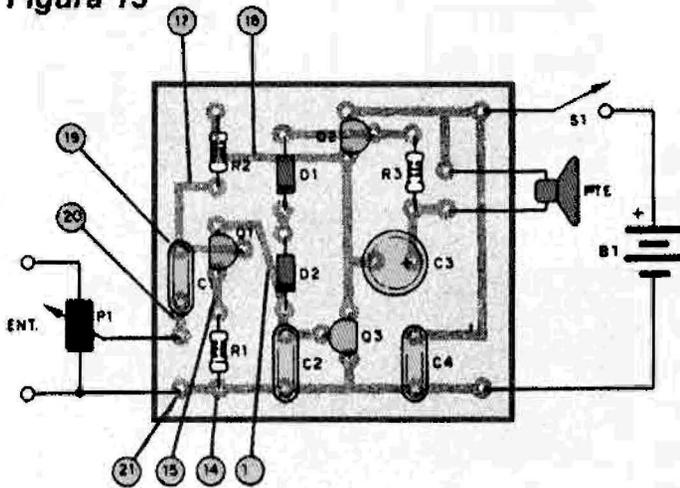


Figura 12

**Figura 13**



un resistor (R1). Lo colocamos, entonces, según muestra la figura 13, con el resistor junto al emisor, haciendo las conexiones (14) del resistor a la alimentación negativa; (15) del resistor al emisor de Q1 y (16) del colector de Q1 a la base de Q3. Tenemos ahora que pensar un lugar para R2 y también para C1.

Comenzamos por R2. Vea que el mismo conecta la base de Q1 con la juntura de los dos emisores de los transistores Q2 y Q3. En el

diagrama este resistor pasa "por fuera", pero en la placa tenemos una posibilidad interesante. Partimos de la base de Q1, para arriba, y pasamos la conexión a los emisores por debajo de D1. Esta conexión se muestra con el (17) y el (18).

Para C1 la colocación es más fácil, previendo ya las conexiones externas con P1. Sus conexiones se muestran con los números (19), (20) y (21).

Después llegamos a las conexiones externas.

**Atención:**

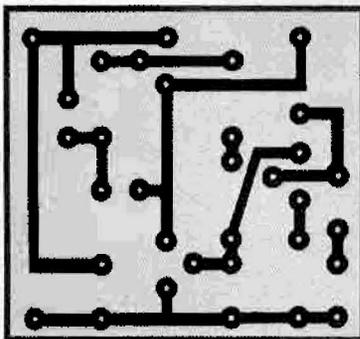
Note que tiene que pasar al cobre el diseño hecho, recordando que dibujamos todo como si lo estuviéramos viendo "por arriba", del lado de los componentes. Ahora, el diseño debe ser copiado e "invertido" en el cobre, quedando como muestra la figura 14.

Cabe aclarar que el diseño que hicimos corresponde a una placa sencilla.

A partir de este dibujo, con un poco de estudio, se puede perfectamente llegar a versiones más compactas. Basta copiar el dibujo con los componentes más juntos, o bien colocar resistores en posición vertical.

En un circuito simple como éste no hay necesidad de ganar mucho espacio, pero existen casos en que esto es importante.

*Los capacitores electrolíticos tienen polaridad que debe respetarse, por lo tanto, debe prestar atención cuando los ubique sobre el circuito impreso.*



**Figura 14**

## DISEÑO ASISTIDO, RECURSOS ESPECIALES

### El Jumper

Suponga que, en un proyecto, un componente debe tener un terminal conectado a otro, pero entre ellos pasa una pista de cobre, como muestra la figura 15.

Para no cruzarse, ¿qué hacer? La solución puede estar en una especie de "puente". Un trozo de cable, pasado por encima de la placa, o sea, del lado de los componentes, interconecta los dos lados de la pista que "molesta" y el problema está resuelto, como muestra la figura 16.

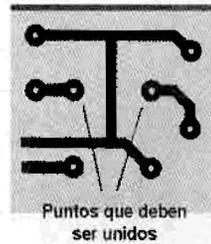


Figura 15

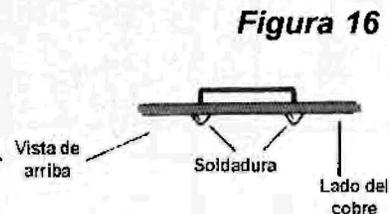
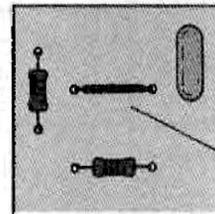
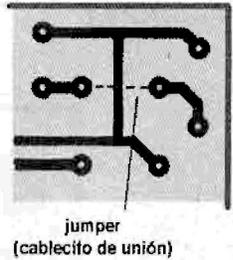


Figura 16

### Pistas Gruesas

En montajes que trabajan con corrientes intensas, las pistas de cobre que conducen estas corrientes deben ser más anchas que las demás, lo que significa que se debe hacer un planeamiento cuidadoso, previendo espacio para su trazado. Normalmente debemos calcular un grosor de 1,5 mm por cada ampere que va a recorrer la pista.

### Relleno de Espacios Vacíos

Un recurso interesante, que puede ser útil en algunos tipos de montajes, consiste en rellenar los espacios entre las pistas, pero sin formar líneas conductoras, sino espacios conductores con pequeñas separaciones entre ellos, como muestra la figura 17.

Este procedimiento presenta dos ventajas:

1. Las grandes superficies pueden conducir corrientes mayores y presentan menores resistencias o incluso sirven de blindaje.
2. Reducen la superficie a ser corroída por el perclo-

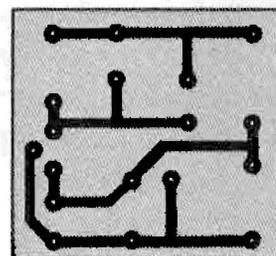
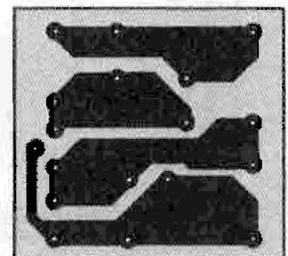


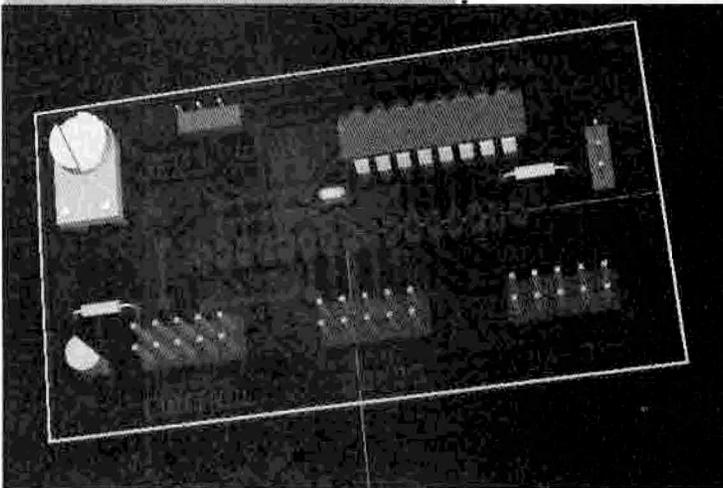
Figura 17



*Tiene que pasar al cobre el diseño hecho, recordando que dibujamos todo como si lo estuviéramos viendo "por arriba", del lado de los componentes. Ahora, el diseño debe ser copiado e "invertido" en el cobre.*

*Recuerde que existen programas para PC que simplifican el diseño de la placa de circuito impreso, tanto en el lado de las pistas como en la cara de los componentes.*

*En este libro veremos un tutorial para aprender los conceptos básicos del software KiCad utilizando la versión para Ubuntu Jaunty Jackalope 9.04.*



**Animación en KiCAD.**

*ruro en la ejecución de la placa, con economía de este material.*

### **DIMENSIONAMIENTO DE LA PLACA**

Uno de los principales problemas que encuentra el proyectista de placas de circuito es el dimensionamiento de las pistas y la separación que deben tener los agujeros para los terminales de conexión de los componentes. Los mismos varían de tamaño según la marca, disipación, tensión de trabajo y muchas otras características, por lo que suele ocurrir fácilmente que se deba hacer modificaciones de última hora, difíciles de realizar. Por ejemplo, ¿no le ocurrió alguna vez que proyectó una placa de circuito impreso para conectar un capacitor de  $10\mu\text{F} \times 16\text{V}$  y a la hora de hacer el montaje se encontró con que sólo conseguía capacitores de  $10\mu\text{F} \times 50$ ?

*¿No le resultó muy molesto y difícil hacer la sustitución por un componente físicamente mayor, y no tuvo incluso que forzarlo un poco para que "entrara" en el lugar previsto?*

Uno de los grandes problemas para los que proyectan placas de circuito impreso es la previsión de la separación de los agujeros para los terminales de los compo-

ponentes, principalmente aquéllos, sujetos a variaciones en función de su valor, tensión de trabajo, disipación o marca. Este es el caso principalmente de los resistores y los capacitores. Existen diversos consejos para un proyecto perfecto como:

*\* Disponer antes del montaje definitivo de la placa, o sea, de la realización del proyecto de placa, de los componentes que serán usados.*

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

\* Disponer de tablas con informaciones sobre las dimensiones de todos los componentes de modo de prever exactamente qué distancia dejar para soldar sus terminales o la colocación de componentes adyacentes sin problemas.

En la práctica, puede ocurrir que no tengamos ni una ni otra alternativa a nuestro alcance, por lo que calculamos "a ojo" la separación de los terminales por pura práctica, ya que sabemos más o menos qué tamaño tiene un resistor de 1/8W, un resistor de alambre de 5W o un capacitor electrolítico de 16V.

El resultado es un montaje no siempre "bonito", ya que los terminales de los componentes pueden quedar abiertos, cerrados, o bien "forzados" en posiciones que comprometen su funcionamiento, cuando no, incluso, su disipación del calor (figura 18).

Si no podemos contar con las informaciones sobre la dimensión de todos los componentes, es conveniente por lo menos estandarizar la separación de terminales para los más usados, y hacerlo con un margen de seguridad que no comprometa el funcionamiento del circuito.

Basándose en esto, daremos algunas informaciones importantes que pueden ayudarlo en sus futuros proyectos.

### DISEÑO PARA LOS RESISTORES

Los resistores, por ser los componentes más usados, son los que menos problemas causan. Sin embargo, también debemos tener cuidado con su colocación y montaje.

Un factor importante, que debe ser tenido en cuenta en el montaje de un resistor en una placa, es que su disipación es afectada por el tamaño de sus terminales. Así, doblando el terminal muy cerca del componente, reducimos su capacidad de disipación, a no ser que la



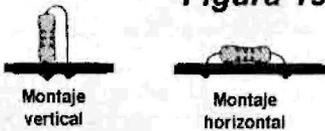
**Figura 18**

**A partir de este dibujo, con un poco de estudio, se puede perfectamente llegar a versiones más compactas. Basta copiar el dibujo con los componentes más juntos, o bien colocar resistores en posición vertical.**

**Cuando no puedo hacer una pista porque debo cruzar por otra, la solución puede estar en una especie de "puente". Un trozo de cable, pasado por encima de la placa, o sea, del lado de los componentes, interconecta los dos lados de la pista que "molesta"**

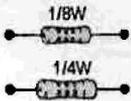
Tipo (Constantan)	Disipación (W) (70°C)	Largo (mm)	Diámetro (mm)	Separación Horizontal (mm)	Separación Vertical (mm)
CR25	0,33	6,5	2,5	8,0	4,0
CR 37	0,5	9,0	3,7	12,0	5,0
CR52	0,67	16,5	5,2	20,0	7,5
CR68	1,15	16,5	6,8	20,0	9,0
MR25	1/4	6,5	2,5	8,0	4,0
SFR25	1/4	6,5	2,5	8,0	4,0
SFR30	1/2	8,5	3,0	12,0	5,0
PR37	1	10	3,9	20,0	5,0
PR52	2	16,7	5,2	20,0	7,5
ACO2A20	2	14,0	5,7	18,0	8,0
	4	18,0	5,7	22,0	8,0
	5	18,0	7,5	22,0	10,0
	7	26,0	7,5	30,0	10,0
	10	43,0	7,5	47,0	10,0
	15	50,0	9,8	54,0	12,0
20	66,0	9,8	70,0	12,0	

**Tabla 1**



**Figura 19**

Montaje vertical      Montaje horizontal



**Figura 20**

**Las grandes superficies de cobre pueden conducir corrientes mayores y presentan menores resistencias o incluso sirven de blindaje. También reducen la superficie a ser corroída por el percloruro en la ejecución de la placa, con economía de este material.**

pista de circuito impreso a la que esté soldado tenga una buena superficie y contribuya a la conducción de calor. Los resistores, como muestra la figura 19, pueden ser montados vertical u horizontalmente. La separación entre las islas de soldadura va a depender de la disipación del resistor y su tipo. Resistores de mayor disipación (po-

tencia) son de mayor tamaño, y por lo tanto, exigen más espacio.

Tomando como base los resistores de película de carbón y película metálica de Constantan, podemos hacer la Tabla I. En esta tabla tenemos el espacio ocupado por el componente en montaje vertical u horizontal y la distancia mínima entre las islas para una colocación segura.

**Observación:**

Las indicaciones de potencia de Constantan pueden ser consideradas como equivalente a las utilizadas por la revista SABER ELECTRONICA (en la mayoría de sus proyectos y montajes) de la siguiente forma:

$0,33W = 1/8 \text{ ó } 1/4W$

$0,5W = 1/2W$

$0,67W = 1/2W$

$1,115W = 1W$

Esto equivale a decir que en un proyecto en que especificamos un resistor de 1/2W se puede usar un tipo Constantan de 0,67W, sin problemas. Es interesante, en algunos casos, prever incluso la colocación de un resistor mayor, en el caso que el proyectista haga la placa antes de conseguir los componentes. Así, si no hubiera especificación en sentido contrario en la lista de mate-

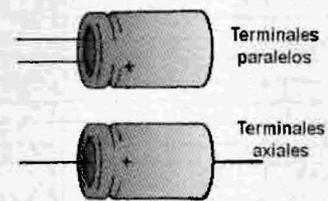
## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

riales, nada impide que se prevea la utilización de resistores de 1/4W en una placa en que toda la lista indique 1/8W. Esto facilitará la elección de un 1/4W a la hora de la compra, si no se encuentra el de 1/8W (figura 20).

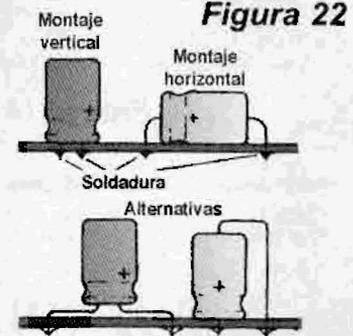
### DISEÑO PARA LOS CAPACITORES ELECTROLÍTICOS

En el caso de los capacitores electrolíticos, generalmente las cosas se complican para el proyectista. Las variables son muchas: Comenzamos por el hecho de que existen tipos de terminales axiales y terminales paralelos, como muestra la figura 21.

Está claro que el montaje de los dos tipos se hace de modo distinto, si bien existen ocasiones en que uno puede ser usado en lugar del otro, como muestra la figura 22. Pero el hecho que agrava más el proyecto es que la separación de los terminales, diámetro y largo no son constantes para una serie completa de valores. La separación de los terminales y el tamaño del componente están en función del valor, tensión de trabajo y hasta incluso de la marca.



**Figura 21**



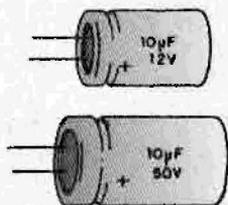
**Figura 22**

Tensión Nominal UN (Tensión de pico Up) (V)	Capacitancia Nominal (120Hz/±25°C) (µF)	Factor de Perdidas tg δ máx. 120 Hz 25°C	RSE máx. 120 Hz 25°C (Ω)	Corriente de Fuga * IR máx. (2 min./±25°C) (µA)	Corriente de Ondulación IR máx. (85°C/10 ± 120 Hz) (mA)	Peso ca. (g)	Dimensiones D x L (mm)
10 (13)	47	0,20	7,0	0,94	66	0,55	6,3 x 11
	100	0,20	4,0	2,00	110	1,00	8 x 12,5
16 (20)	6,8	0,17	42,0	0,40	23	0,45	5 x 11
	10	0,17	28,0	0,40	28	0,45	5 x 11
	15	0,17	19,0	0,48	34	0,45	5 x 11
	22	0,17	13,0	0,70	49	0,55	6,3 x 11
	33	0,17	9,0	1,06	60	0,55	6,3 x 11
	47	0,17	6,0	1,50	83	1,0	8 x 12,5
25 (33)	3,3	0,15	76,0	0,40	17	0,45	5 x 11
	4,7	0,15	53,0	0,40	20	0,45	5 x 11
	6,8	0,15	37,0	0,40	29	0,55	6,3 x 11
	10	0,15	25,0	0,50	35	0,55	6,3 x 11
	15	0,15	17,0	0,75	43	0,55	6,3 x 11
	22	0,15	11,0	1,10	60	1,0	8 x 12,5
63 (83)	3,3	0,15	8,0	1,65	74	1,0	8 x 12,5
	0,1	0,08	1326,0	0,40	1	0,45	5 x 11
	0,15	0,08	884,0	0,40	1,8	0,45	5 x 11
	0,22	0,08	603,0	0,40	2,2	0,45	5 x 11
	0,33	0,08	402,0	0,40	3,4	0,45	5 x 11
	0,47	0,08	282,0	0,40	4,8	0,45	5 x 11
	0,68	0,08	195,0	0,40	7,0	0,45	5 x 11
	1	0,08	133,0	0,40	8,0	0,45	5 x 11
	1,5	0,08	88,0	0,40	12	0,45	5 x 11
	2,2	0,08	60,0	0,40	16	0,45	5 x 11
	3,3	0,08	40,0	0,42	22	0,55	6,3 x 11
	4,7	0,08	28,0	0,60	30	0,55	6,3 x 11
	6,8	0,08	20,0	0,86	41	1,0	8 x 12,5
	10	0,08	13,0	1,26	50	1,0	8 x 12,5

\*IR MAX. = 0,002 x CNUN ± 0,4 µA, lo que sea mayor (después de 2 min. con CN en µF UN en V, e IR en µA)

**Tabla 2**

**Figura 23**



¡Un capacitor de 10µF x 12V tiene un tamaño distinto que uno de 10µF x 50V!

En ciertos montajes podemos usar uno en lugar del otro, pero ¿cómo hacer el montaje en la placa si la perforación preveía la colocación del menor? (figura 23).

En los catálogos de los fabricantes hay tablas en que encontramos información que relaciona las dimensiones de los componentes y separación de los terminales conforme su valor. Poseer estas tablas facilita mucho la elaboración de proyectos, de modo que damos a continuación algunas:

En la tabla II tenemos las especificaciones eléctricas de los capacitores Icotron de la serie "MINI SUPER" con las dimensiones. Vea que el capacitor de 10µF x 16V tiene la dimensión 5 x 11 mm, y la separación de sus terminales es de 2 mm, contra 8 x 12,5 mm de un capacitor de 10µF x 63V, que tiene una separación de terminales de 3,5 mm. En la tabla III tenemos las mismas informaciones para los capacitores electrolíticos HFC de la Icotron, de terminales paralelos.

Tensión Nominal UN (Tensión de Pico-UP) (V)	Capacitancia Nominal (120 Hz ± 25°C) (µF)	Factor de Pérdidas tg δ máx. 120 Hz 25°C	RSE máx. 120 Hz 25°C (Ω)	Corriente de Fuga * (I máx. (S min./± 25°C) (µA)	Z máx. 100kHz 25°C (Ω)	Corriente de Ondulación IN máx. (50°C/10 a 100 kHz) (mA)	Peso ca. (g)	Dimensiones D x L (mm.)
10 (13)	1000	0,10	0,17	22,0	0,09	1950	8,0	16 x 31,5
	2200	0,12	0,09	46,0	0,05	2800	10,0	18 x 31,5
16 (20)	100	0,08	1,33	6,0	0,25	500	2,3	10 x 20
	220	0,08	0,60	9,0	0,17	900	4,0	12,5 x 25
	330	0,08	0,40	13,0	0,17	900	4,0	12,5 x 25
	470	0,08	0,28	17,0	0,10	1250	7,0	16 x 25
	1000	0,08	0,13	34,0	0,06	2200	10,0	18 x 31,5
	2200	0,10	0,06	73,0	0,05	2800	11,0	18 x 35
25 (33)	47	0,06	2,12	5,0	0,25	500	2,3	10 x 20
	220	0,06	0,45	13,0	0,10	1250	7,0	16 x 25
	330	0,06	0,30	19,0	0,09	1600	8,0	16 x 31,5
	470	0,06	0,21	26,0	0,06	2200	10,0	18 x 31,5
	1000	0,06	0,10	52,0	0,05	3000	11,0	18 x 35
40 (50)	33	0,06	3,00	5,0	0,25	500	2,3	10 x 20
	100	0,06	1,00	10,0	0,17	900	4,0	12,5 x 25
	220	0,06	0,45	20,0	0,09	1350	8,0	16 x 31,5
	330	0,06	0,30	29,0	0,06	2200	10,0	18 x 31,5
	470	0,06	0,21	40,0	0,05	3000	11,0	18 x 35
63 (83)	22	0,05	3,77	5,0	0,25	650	2,3	10 x 20
	33	0,05	2,51	7,0	0,17	850	4,0	12,5 x 25
	47	0,05	1,76	8,0	0,17	700	4,0	12,5 x 25
	100	0,05	0,83	15,0	0,09	1350	8,0	16 x 31,5
	220	0,05	0,38	30,0	0,06	2800	10,0	18 x 31,5

**Tabla 3**

\*  $I_{n\text{MAX}} = 0.002 \times C_n \times U_n + 2 \mu\text{A}$  ( $C_n$  en µF,  $U_n$  en V)

Los datos técnicos individuales de los capacitores de esta serie, que incluyen capacidad, tensiones de trabajo, peso y dimensiones, se dan en otras tablas que Ud. puede encontrar en nuestra web:

[www.webelectronica.com.mx](http://www.webelectronica.com.mx)

El fabricante suele dar un detalle para el montaje en placa de circuito impreso de cada componente. En este detalle tenemos la dimensión sugerida para la perforación que también es importante.

### **Conclusión**

El lector puede percibir cómo son importantes los datos proporcionados por los fabricantes para los proyectos que incluyan tales componentes.

Debe saber que en la actualidad existen programas que obtienen el circuito impreso de un equipo a partir de su esquemático eléctrico pero éstos, muchas veces, carecen de información sobre el dimensionamiento de los componentes.

Por otra parte, ya son muy utilizados los circuitos de pertinax cobreado (o fibra) con pintura presensibilizada para que se facilite la tarea del técnico a la hora de tener que "pasar el diseño" a la placa.

Sin embargo, esta técnica requiere conocimientos particulares que muchas veces pueden ser mejor aplicados si se efectúa esta tarea a "la antigua", tal como lo hemos explicado al comienzo de este tema.

### **FABRICACIÓN SIN PERCLORURO FÉRRICO: UN MÉTODO PRÁCTICO**

Puede ocurrir que no contemos con percloruro férrico para poder realizar un circuito impreso y nos veamos obligados a "improvisar" con sustancias eficaces pero peligrosas. En este artículo describimos un procedi-

*En la actualidad existen programas que le permiten obtener el impreso a partir de un circuito eléctrico. Puede bajar un programa gratuito de nuestra web: [www.webelectronica.com.ar](http://www.webelectronica.com.ar) Haga click en el ícono Password e ingrese la clave: kban.*

*Por otra parte, ya son muy utilizados los circuitos de pertinax cobreado (o fibra) con pintura presensibilizada para que se facilite la tarea del técnico a la hora de tener que "pasar el diseño" a la placa.*

*Para usar los programas asistidos por computadora se requieren conocimientos particulares que muchas veces pueden ser mejor aplicados si se efectúa esta tarea a "la antigua".*

*Quando no tiene percloruro férrico, con agua oxigenada y ácido clorhídrico puede realizar sus impresos.*



Figura 24



Figura 25

miento que requiere de mucho cuidado y no debe ser experimentado si no se toman todos los recaudos que le recomiendo.

### PRECAUCIONES:

Si bien el procedimiento es muy fácil, se trabaja con dos sustancias peligrosas por lo que no deberá intentarse el siguiente procedimiento si no se está dispuesto a seguir unas sencillas precauciones.

Este es un procedimiento de reemplazo del sistema con percloruro de hierro, especialmente para cuando estamos apurados.

Estas son: trabajar al aire libre o en un lugar muy ventilado, ya que el proceso despidе cloro gaseoso el que es sumamente irritante y venenoso. Además se debe trabajar con guantes de goma, por lo menos hasta que se tenga experiencia y, lo más importante, la protección de los ojos con máscaras de plástico o antiparras. Es aconsejable usar ropa vieja.

Deberemos adquirir en cualquier droguería una botella de ácido clorhídrico y otra de agua oxigenada al 100 o 130 % (vea la figura 24). Todos estamos conscientes de que los ácidos en general deben tratarse con cuidado, pero con el agua oxigenada nos encontramos acostumbrados a usarla cada vez que queremos desinfectar una lastimadura o herida. Pero tengamos en cuenta que la que tenemos en casa tiene una concentración máxima del 40% y es para uso medicinal, en vez, la que adquirimos en la droguería es para uso industrial y mucho más concentrada. Si nos toca la piel debemos enjuagar la zona con abundante agua. Así, tal vez nos salvemos de que nos ataque la piel o lo hará suavemente. Si al rato la zona donde nos salpicó el agua oxigenada se pone blanca y arde un poco, quiere decir que ha quemado parcialmente la capa superior de la piel.

Esto lo sufrí en piel propia. De todos modos es

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

mejor el exceso de cuidado que un descuido que puede ser peligroso, especialmente en caso de que salpique en un ojo, no tengo experiencia en este caso, pero creo que lo mejor es lavar con abundante agua y acudir de inmediato al especialista. Los mismos cuidados se deben tener con el ácido clorhídrico.

Bien, veamos ahora cómo se usa. En un recipiente adecuado, vidrio o plástico se mezclan partes aproximadamente iguales de agua oxigenada y ácido (vea las figuras 25 y 26). Ahora introducimos en la mezcla el circuito impreso (al aire libre) y veremos que inmediatamente comienza una ebullición violenta con desprendimiento de gas cloro (figura 27). Esta reacción es exotérmica, es decir que despidе calor lo que a su vez acelera el proceso. Aún sin el cobre del impreso, la mezcla sola se calienta despacio y despidе burbujas de oxígeno. El problema con esta especie de hervor y la temperatura es que puede dañar la pinturita o emulsión con la que estamos tratando de hacer nuestro circuito impreso. Para retardar la reacción se puede agregar una muy pequeña cantidad de agua fría, en este caso hay que experimentar ya que poca agua no lo retarda gran cosa y el exceso puede interrumpir la reacción, en este último caso habrá que activar la mezcla con más ácido y agua oxigenada.

La solución toma un color azulado típico de las sales de cobre, una vez terminado el circuito impreso, esta solución debe guardarse en una botella sin tapar, ya que sigue despidiendo oxígeno en forma lenta durante un tiempo.

Esta solución de color azul es de cloruro cúprico, su uti-

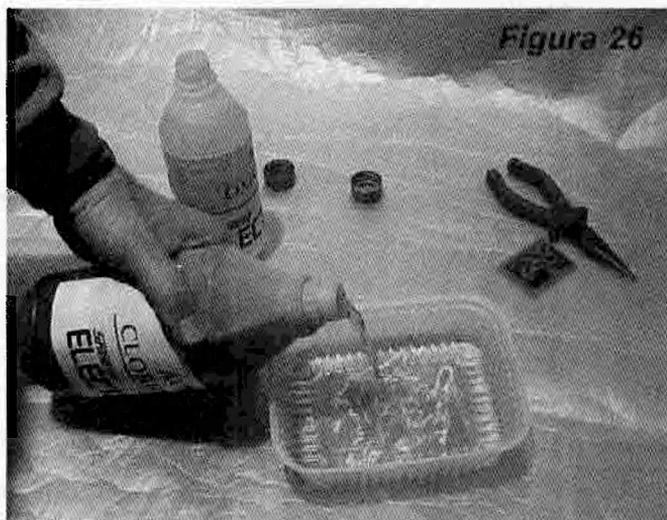


Figura 26

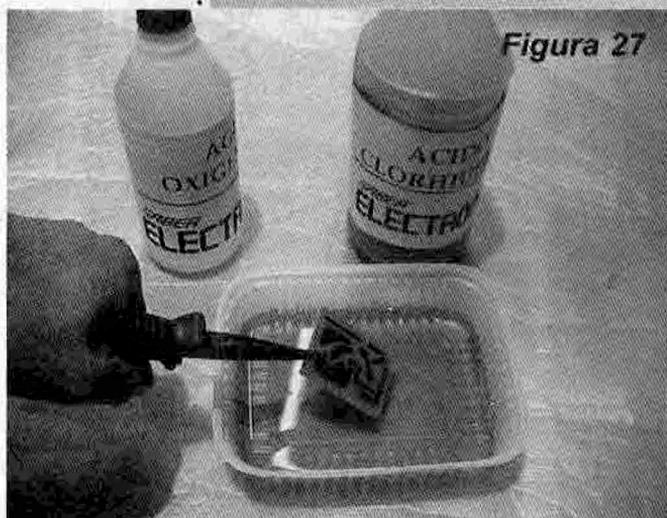


Figura 27

*Luego de colocar la placa, la solución toma un color azulado típico de las sales de cobre, una vez terminado el circuito impreso, esta solución debe guardarse en una botella sin tapar, ya que sigue despidiendo oxígeno en forma lenta durante un tiempo.*

*Cuando se emplea una solución de ácido clorhídrico y agua oxigenada para "comer" el cobre en la fabricación de circuitos impresos debe vigilarse cuando está el circuito impreso dentro de la solución porque se va elevando de temperatura y la solución se hace más activa, se puede moderar su acción agregando más ácido.*

*Cuando terminamos el proceso, guardamos la solución en una botella de vidrio destapada.*

*El agua oxigenada no es peligrosa, incluso se la emplea como antiséptico, por lo cual no debe tener demasiado cuidado en su manipulación.*

lidad es la siguiente: cuando debamos hacer un nuevo impreso, vamos a utilizar esta solución de cloruro cúprico de la siguiente manera; la ponemos en la cubeta y le agregamos a ella el ácido clorhídrico y el agua oxigenada, siempre en partes más o menos semejantes, veremos que si bien el ataque es menos violento y menos inmediato lo hace en forma más moderada, también puede hacerse al revés, preparar la mezcla y luego agregarle el cloruro cúprico. De todos modos debe vigilarse cuando está el circuito impreso dentro de la solución porque se va elevando de temperatura y se hace más activo, se puede moderar agregando más cloruro cúprico. Cuando terminamos seguimos guardándolo en una botella destapada. Otra aplicación del cloruro es la siguiente; si ponemos en él un circuito impreso para eliminar el cobre, lo hace pero en forma lenta, según la temperatura ambiente y la concentración puede durar dos o tres horas, o sea que lo podemos emplear cuando no hay ni urgencia ni necesidad de vigilarlo.

Este proceso no elimina al percloruro de hierro, pero es útil cuando se tiene alguna urgencia, como en todas las cosas es conveniente experimentallo primero con circuitos sencillos y con el sistema que se use. Yo lo he empleado con esmalte de uñas y con emulsión tipo profesional y el resultado ha sido bueno, pero cuando tengo que hacer impresos grandes o complicados prefiero el percloruro ya que es mucho más moderado y fácil de controlar.

En lo que respecta a los peligros, la primera vez que compré el agua oxigenada, el tapón plástico de la botella no tapaba bien y me mojó parte de las manos, allí aprendí como actúa sobre la piel, después nunca más tuve problemas, solo tomé las sencillas precauciones que dicta el sentido común.

### CÓMO HACER CIRCUITOS IMPRESOS EMPLEANDO MATERIAL FOTOSENSIBLE

Ya explicamos cómo fabricar circuitos impresos por el método convencional, es decir "a la antigua". En esta

ocasión presentamos otra manera de crear sus placas y es a través del sistema fotosensible. Este método consiste en traspasar el diseño del impreso que desee, desde una hoja de calcar hacia una placa de circuito impreso presensibilizada. El traspaso se hace colocando el diseño de la hoja de calcar sobre la placa fotosensible, colocando una luz considerable durante un tiempo determinado. Al cabo de ese tiempo, su placa ya estará dibujada y luego de un proceso de revelado, quedará lista para colocar en el percloruro férrico para terminar con el proceso. De esta manera, se puede ahorrar tiempo, lo que muchas veces significa dinero.

### **Introducción**

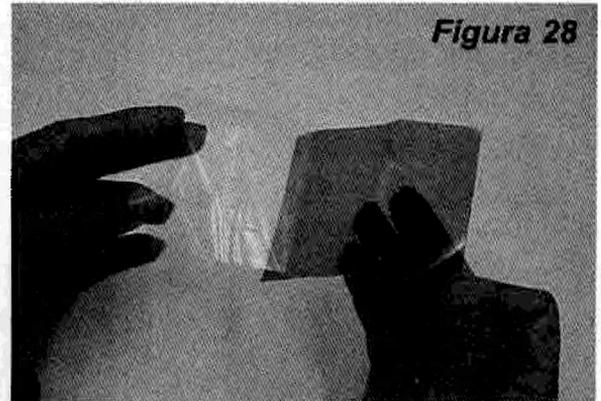
El material fotosensible "revela" por negativo, o sea que los caminos o pistas que deseamos que permanezcan en el impreso, serán transparentes en el negativo. Existen dos tipos de placas, aquellas en las que ya viene el material fotosensible aplicado a la placa (cuyo vencimiento es más corto) y las placas que poseen el material fotosensible por separado y se tiene que adherir a la placa de pertinax cobreada (figura 28). Explicaremos paso a paso cómo debe hacer para trabajar con las placas fotosensibles.

### **Limpieza**

Este párrafo es para aquellos que adquieren solamente la lámina fotosensible para aplicarla por su cuenta sobre el material que posean.

Los que adquieren el material ya emulsionado pueden descartarlo.

La limpieza de la superficie de cobre es fundamental, en forma artesanal se la puede hacer con un trozo de viruta de acero finita (en Argentina se la conoce como virulana fina), se pasa hasta que la superficie de cobre quede brillante. Luego debe limpiarse con trozos de papel higiénico o de rollos de cocina o servilletas de

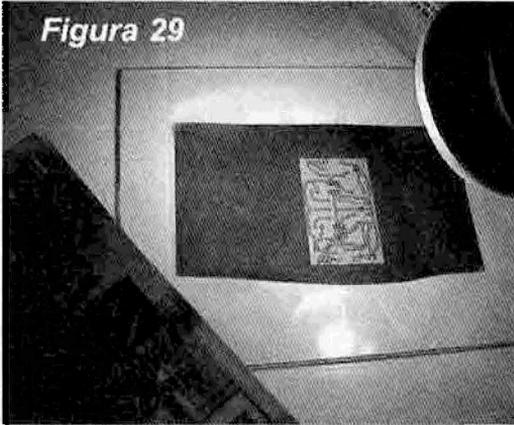


**Figura 28**

**Existen dos tipos de placas fotosensibles, aquellas en las que ya viene el material fotosensible aplicado a la placa (cuyo vencimiento es más corto) y las placas que poseen el material fotosensible por separado y se tiene que adherir a la placa de pertinax cobreada.**

**La limpieza de la superficie de cobre es fundamental, en forma artesanal se la puede hacer con un trozo de viruta de acero finita, se pasa hasta que la superficie de cobre quede brillante. También se puede usar una lija muy finita.**

**Figura 29**



papel, los que se han humedecido con alcohol fino, esto último deberá repetirse tres ó cuatro veces hasta que el papel salga limpio. Cuidado con las manchas de los dedos.

Como la emulsión viene protegida por ambos lados con una lámina de polietileno muy fina, es necesario retirar una de ellas para poder adherirla sobre la superficie de cobre. Para despegar el polietileno se puede usar un trocito de cinta scotch sobre una esquina de la lámina, si no lo hace con facilidad, se raspa la lámina fotosensible en una punta con un cortante (cutter), de este modo se rompe el polietileno y es más fácil despegarlo.

*Una vez "lijada" la placa del lado del cobre, los restos de viruta se deben limpiar con trozos de papel higiénico o de rollos de cocina o servilletas de papel, los que se han humedecido con alcohol fino, esto último deberá repetirse tres ó cuatro veces hasta que el papel salga limpio.*

### **Exposición**

Debe tener una impresión del circuito impreso a "imprimir" en la placa sobre un papel transparente en negativo (también puede ser en una hoja común y la impresión debe hacerse con una impresora LASER o sacar una fotocopia de buena calidad).

La exposición para el "revelado" puede hacerse con una lámpara ultravioleta o con una reflectora común. Con una UV de 300W a 30 cm de distancia necesitamos un tiempo de alrededor de 3 a 4 minutos. El rendimiento UV varía con el tipo de lámpara, con la edad de la misma y con la tensión de línea. Más práctico y económico es el empleo de una lámpara tipo SPOT o reflectora, las experiencias siguientes se hicieron con una lámpara marca Osram tipo SPOT R95 E27/ES de 100W. Es muy posible que otras marcas y tipos de reflectoras den un resultado similar. A 15 cm de distancia de la placa a exponer, el tiempo osciló entre 5 y 10 minutos. Para hacer la exposición, fije la placa con el material fotosensible ya pegado, coloque la copia del impreso encima de ella y luego un vidrio transparente que aprisione a la placa y la copia. El vidrio que coloque encima debe ser de mayor tamaño, con cosas pesadas en sus bordes de modo de apretar al negativo contra el material emulsionado, figura 29.

*Como la emulsión viene protegida por ambos lados con una lámina de polietileno muy fina, es necesario retirar una de ellas para poder adherirla sobre la superficie de cobre.*

Si bien el tiempo de exposición no es crítico, su exceso tiende a cerrar los agujeritos que luego deben ser perforados y se dificulta el centrado de la mecha, además los caminos que estaban muy próximos se unen formando cortos que a veces no son visibles.

### Revelado

El material fotosensible viene protegido con una lámina de polietileno muy delgada, la que debe ser retirada luego de la exposición y antes del revelado. Con un pequeño trozo de cinta adhesiva (tipo scotch) se debe intentar su separación en cualquier esquina del impreso, debe elegirse un lugar por donde no pasen caminos, ya que es posible que también se levante la emulsión en ese caso se la aprieta con cuidado con el dedo tratando de ubicarla en su lugar primitivo, antes de aplicar la cinta scotch puede pasarse el filo de un cutter para ayudar a la separación del polietileno de la emulsión, figura 30.

Si la exposición ha sido la correcta, después de expuesta aparece el dibujo en un color azul oscuro, tanto más oscuro cuanto mayor ha sido la exposición, figura 31.

Una vez retirada la película de protección se lo sumerge en el revelador, éste es una solución al 2 % de carbonato de sodio, también conocido como soda Solvay, figura 32. Después de algunos minutos de sumergir la placa en esta solución, se verá que las partes que no están polimerizadas toman un color celeste similar al de la emulsión, en este momento se la saca del revelador y bajo un chorro de agua, figura 33, se la frota con un cepillo, por ejemplo, un viejo cepillo de dientes, observarán que se desprende la parte celeste, se repite el proceso hasta que el cobre del fondo se vea brillante. Es decir, verá que una parte de la emulsión se desprende y que quedan "marcadas" las pistas que luego serán

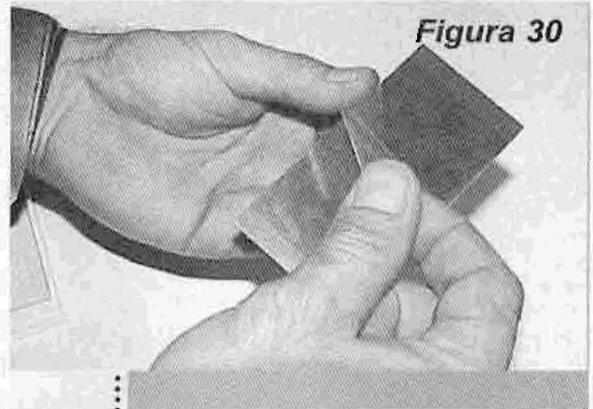


Figura 30

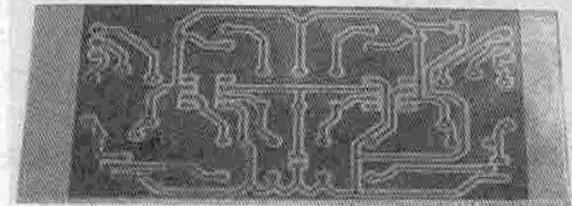


Figura 31

*Para fabricar el PCB debe tener una impresión del circuito impreso a "imprimir" en la placa sobre un papel transparente en negativo (también puede ser en una hoja común y la impresión debe hacerse con una impresora LASER.*

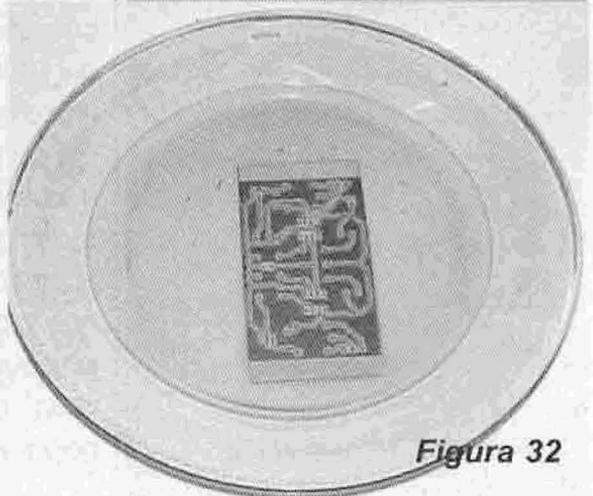


Figura 32

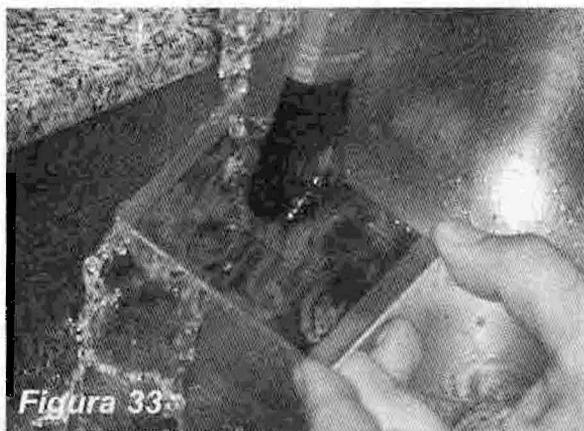


Figura 33

los caminos del impreso. Una vez usado, el revelador debe guardarse en botella cerrada, ya que se puede usar varias veces.

### **Eliminación del Cobre, Construcción del Impreso**

Para tener nuestro impreso, sumergimos la placa ya revelada y seca en un recipiente plástico, figura 34, y le echamos una solución de percloruro de hierro hasta que se sumerja la placa completamente, figura 35. Es conveniente adquirirlo en droguerías, ya que así resulta más económico, tal como viene es un poco concentrado, por lo que conviene agregarle un poco de agua, digamos un 20 %.

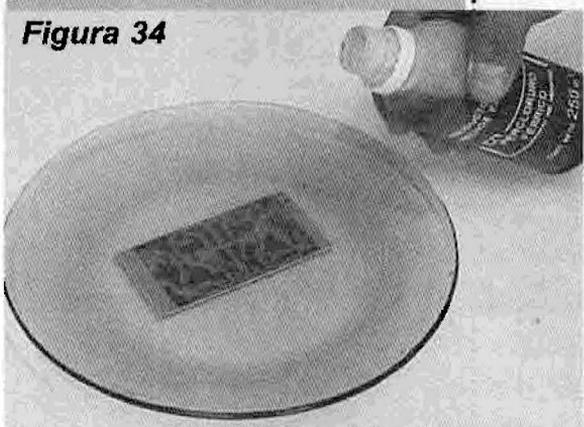


Figura 34

Este proceso puede acelerarse de dos maneras, juntas o combinadas. Una es calentando la solución hasta los 50 o 60 grados, y la otra es mediante la agitación, de hecho siempre debe agitarse, si se la deja reposando en el fondo de un recipiente de vidrio o de plástico y no se la agita, el proceso se hace más lento e irregular porque se deposita cloruro de cobre muy fino sobre la placa.

Por favor tenga mucho cuidado con esta sustancia, se devora prácticamente todos los metales y además mancha la ropa de modo tal que no se puede desmanchar aunque trate de hacerlo en forma inmediata. Si no quiere mancharse los dedos, use dedos de goma o guantes tipo cirujano que se consiguen en las farmacias.

Hay que revisar la placa cada tanto y una vez que está limpia el proceso ha terminado. Guarde al percloruro ya que se puede usar muchas veces.

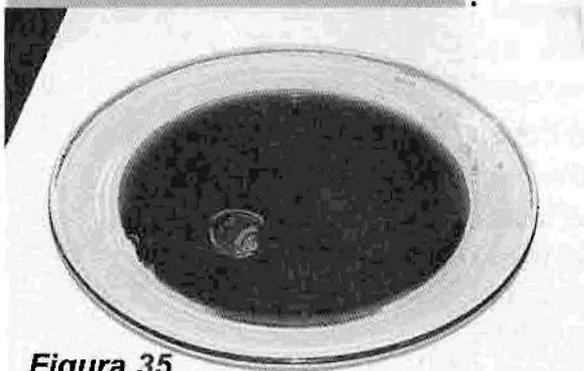


Figura 35

### **Remoción de la Emulsión Polimerizada**

Ahora nos queda remover la emulsión polimerizada, para ello la sumergimos en una

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

solución al 10 % de soda cáustica o hidróxido de sodio, también se conserva mucho tiempo. Este proceso es simple, se sumerge la plaqueta en la solución antedicha y se espera que la emulsión se desprenda del todo, figura 36, con lo que se da por terminado el proceso. Se enjuaga bien con agua, figura 37, se seca y se le aplica flux para evitar que el cobre se oxide.

Todos estos pasos, especialmente la exposición y el revelado, deberán ser experimentados de acuerdo a los elementos con los que se trabaje, emulsión, lámpara, drogas, etc. Se los dice quién ha cometido todos los errores posibles, si es cierto que se aprende de los errores, a esta altura de mi vida debería ser un sabio. Lo importante es hacer las cosas con calma y no apresurarse.

### FABRICACIÓN DE PCB POR EL MÉTODO DE LA PLANCHA

#### *Introducción*

En numerosas ocasiones, ya sea en Saber Electrónica o en alguna de nuestras Enciclopedias, explicamos métodos prácticos para la construcción de circuitos impresos, muchos de los cuales emplean una "plancha" como herramienta para fijar la impresión del circuito sobre el cobre de la placa. Para la elaboración de este texto he decidido "reproducir" parte del texto publicado por Carlos López en su sitio [www.fsimulator.com](http://www.fsimulator.com). Dicho portal muestra el avance de los trabajos en el proyecto que lleva a cabo el autor para la construcción de una cabina de B737NG para simuladores de vuelo. Actualmente está trabajando en la modificación de la cabina para reducirla de tamaño a una monopuesto. Las dimensiones hasta ahora eran de 210cmx180cm. Con la nueva modificación pasa a medir 145cmx100cm. En

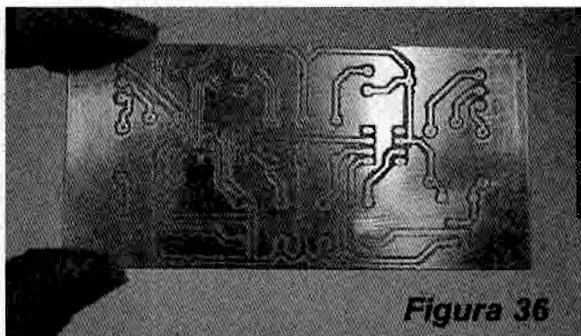


Figura 36



Figura 37

*Hay muchas formas de fabricar circuitos impresos. Luego de un tiempo, seguramente Ud. usará su experiencia para combinar diferentes rutinas y así tener su método propio.*

*Si Ud. es un aficionado a la electrónica y le gustan los emprendimientos novedosos le recomendamos que asista al portal de Internet: [www.fsimulator.com](http://www.fsimulator.com).*

*Dicho sitio, construido por Carlos López, muestra el avance de los trabajos en el proyecto que lleva a cabo para la construcción de una cabina de B737NG para simuladores de vuelo. Actualmente está trabajando en la modificación de la cabina para reducirla de tamaño a una monopuesto. Las dimensiones hasta ahora eran de 210cmx180cm.*

*Con la nueva modificación pasa a medir 145cmx100cm. En breve pondré información de dicha modificación y el estado en el que se queda. En dicho sitio existe información valiosa y abundante razón por la cual invito a los lectores a visitar dicha ubicación en Internet.*

breve pondré información de dicha modificación y el estado en el que se queda. En dicho sitio existe información valiosa y abundante razón por la cual invito a los lectores a visitar dicha ubicación en Internet.

### **Primeros Comentarios del Autor**

Con la aparición de nuevos circuitos complementarios a las IOCards no ha sido hasta que ha aparecido el correspondiente al control de Servos que me animé a hacer mi propio circuito impreso según el PCB diseñado, en primer lugar por J. Luis Muñoz para el circuito de primera generación y posteriormente por Fernando Brea para los circuitos de segunda generación basados en microcontroladores y utilizado como base para esta explicación. Así pues me puse a buscar por la red, encontrando bastante información al respecto. Después de probar el sistema de insolación con no muy buenos resultados probé el sistema aquí explicado y que me ofreció un resultado bastante satisfactorio y sobre todo bastante más simple y seguro. Así pues, para los más novatos como yo, recomiendo este sistema por utilizar los materiales de uso más habitual en cualquier hogar y con un resultado más que aceptable.

La información que va a ver aquí, no es más que la de mi propia experiencia basada en el tutorial de Andrés Bermejo, que puede encontrar en <http://perso.wanadoo.es/amdresb> y del resto de información encontrada en la red, pretendiendo con esta página nada más que contar y mostrar con fotos mis propios resultados con un sistema de fabricación casero, para que cualquiera se anime con esta labor que luego nos ahorrará todo el cableado de las placas. Por tanto agradecer a Andrés su tutorial sin el cual nada habría aprendido y que por supuesto recomiendo un estudio previo antes de empezar con vuestros propios PCBs.

Comentar que para este sistema debemos tener previamente el circuito que vamos a realizar impreso en una hoja de acetato, como las que se usan para las proyecciones de transparencias, si tenemos una impre-

sora láser. Por contra, si tenemos inyección de tinta, como es mi caso, imprimimos en un papel de alta calidad (yo utilizo papel fotográfico) y con una calidad de impresión superior a la normal. Luego nos vamos a una copistería y pedimos que nos hagan la transparencia advirtiéndole que por favor nos la hagan para que salga con el máximo de tinta.

Para hacer el circuito podemos usar el programa Taller PCB. Yo actualmente utilizo también el Corel Draw, ya que algunos paneles ya los tengo dibujados con dicho programa.

**Nota de Redacción:** También puede emplear el programa Kband, el picad, el PCB Wizard o cualquier otro de los que solemos comentar en Saber Electrónica.

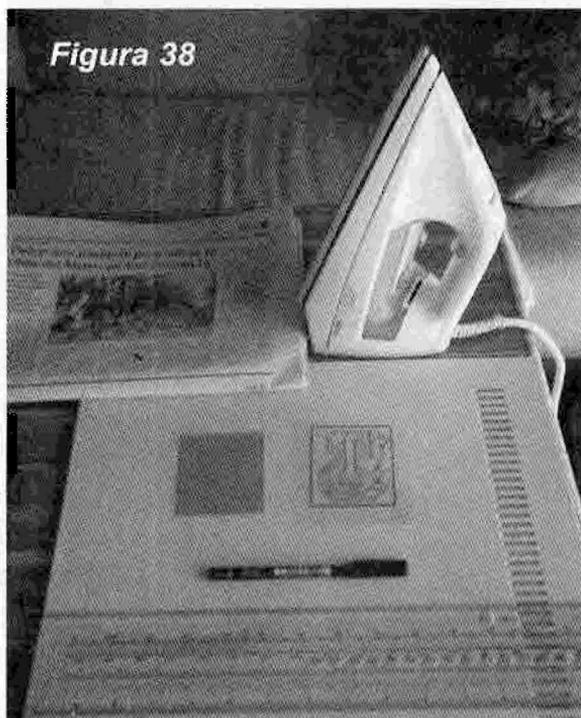


Figura 38

Al diseñar el circuito debemos tener en cuenta que cuando transfiramos el circuito al cobre este podrá quedar impreso al revés, por lo que antes de imprimir o al diseñarlo debemos tener en cuenta este detalle. Yo lo que hago es reflejar el objeto en el Corel, de ese modo me imprime lo que sería el negativo y así al transferirlo al cobre tendremos nuevamente el positivo. En cualquier caso, el proceso que describo en esta página corresponde a la fabricación del PCB suponiendo que ya tengamos el diseño hecho.

Para empezar vemos los materiales necesarios, figura 38, que son:

- o Plancha
- o Periódico
- o Placa de baquelita o fibra de vidrio
- o Circuito impreso en acetato con láser o fotocopia
- o Rotulador indeleble
- o Regla

Empezamos lavando con un estropajo la cara del

*Para este sistema debemos tener previamente el circuito que vamos a realizar impreso en una hoja de acetato, como las que se usan para las proyecciones de transparencias, si tenemos una impresora láser.*

## CÓMO SE HACEN LOS CIRCUITOS IMPRESOS

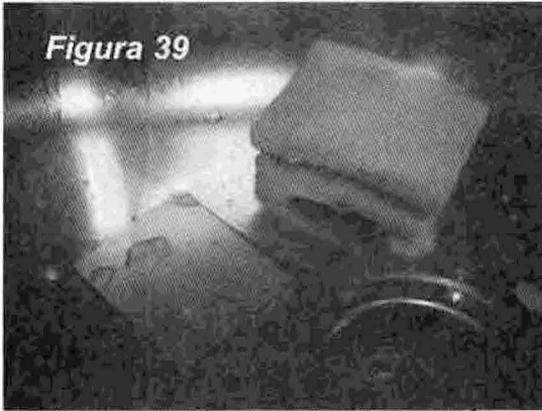


Figura 39

cobre de nuestro futuro circuito impreso, figura 39. Con esto quitamos toda la grasa que hemos podido dejar con nuestros dedos al manipularlos. La figura 40 muestra una imagen de cómo queda la placa limpia.



Figura 40

Una vez se haya secado la placa, ponemos el acetato sobre la cara del cobre, figura 41. Debe tener precaución de que quede el lado de la tinta pegado al cobre. Le damos la vuelta a la placa (figura 42) y colocando un papel de periódico encima procedemos al planchado, figura 43. Para este proceso, el tiempo es un tanto orientativo, ya que dependerá del tipo de tinta impresa en el acetato, de la cantidad de calor de nuestra plancha. Así pues, yo lo que hago es que lo hago durante 2 minutos y compruebo, si veo que las pistas no se han transferido, le vuelvo a dar 30 segundos más y así hasta que vea que ha quedado bien.

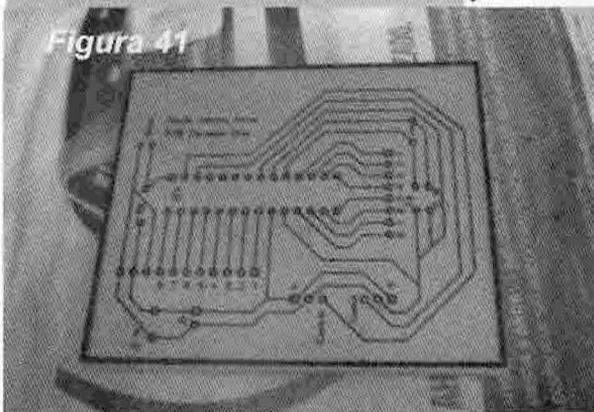


Figura 41

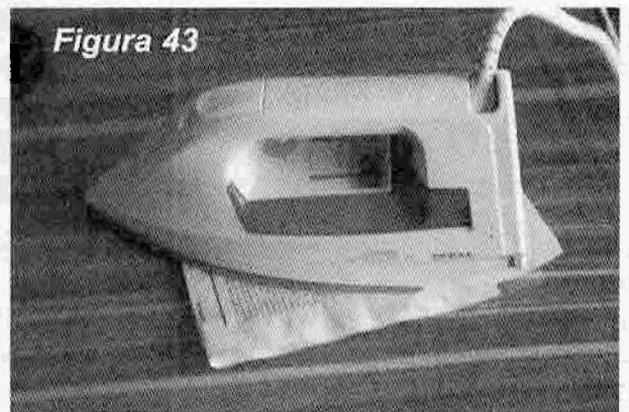


Figura 43

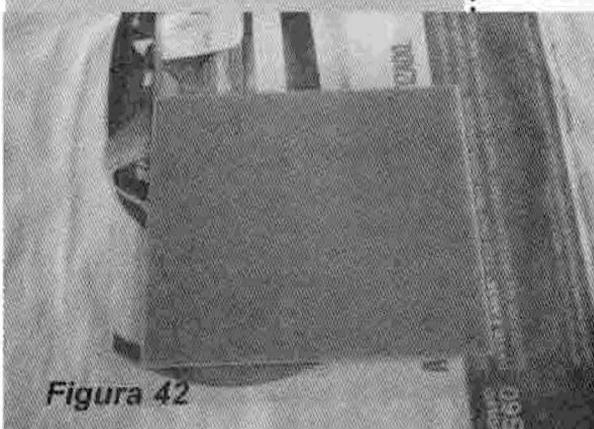


Figura 42

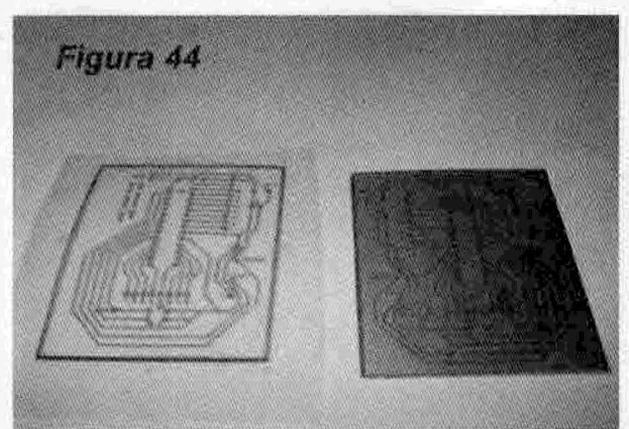


Figura 44

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

Una vez transferido, despegamos el acetato. En la imagen de la figura 44 se observa el acetato una vez transferido, que siempre se queda con parte de tinta y el circuito impreso con las pistas.

Pudiera darse el caso de que la transferencia no fuera buena y quedaran pistas cortadas. En ese caso podemos volver a limpiar el cobre con el estropajo y quitar la tinta, tal como sugiere la figura 45. En la figura 46 puede ver el aspecto que tendrá la placa cuando la haya limpiado, note que aún le falta un poquito de limpieza. Ahora bien, si es poco lo que se nos ha cortado alguna pista, podemos repararlas con un rotulador indelible (figura 47). Una vez que haya repasado las pistas rotas, la placa tendrá un aspecto como el mostrado en la figura 48.

A continuación preparamos el producto atacador de cobre. Hay que tener muchísima precaución al manejarlos ya que nos puede salpicar y producimos quemaduras en la piel. Utilizamos los productos mostrados en la figura 49 en las proporciones indicadas y mezcladas en el siguiente orden:

o Agua: 2 Partes

o Agua Fuerte (ácido clorhídrico): 2 Partes (Se compra en droguerías)

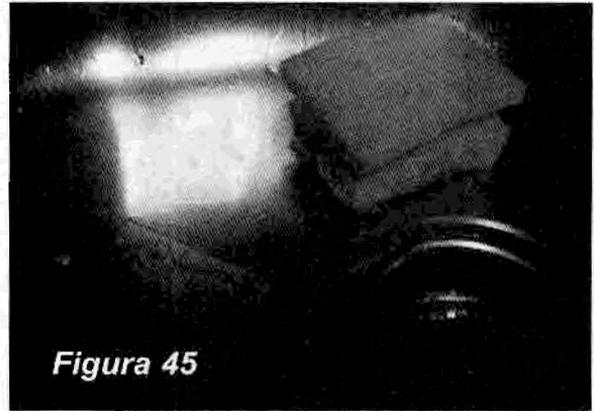


Figura 45



Figura 46

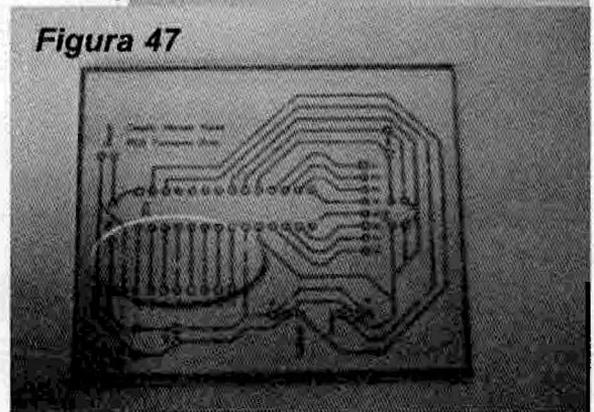


Figura 47

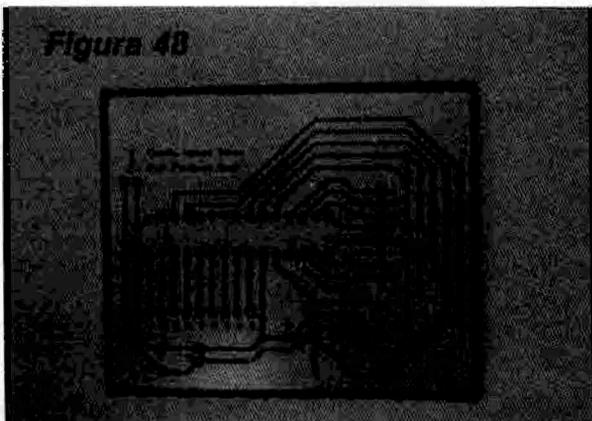


Figura 48



Figura 49



**Figura 50**

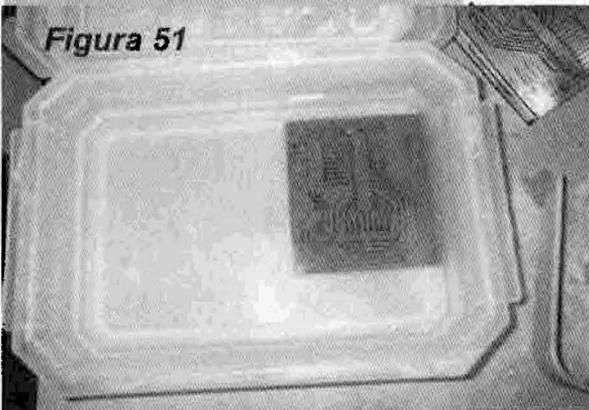
o Agua Oxigenada 110 volúmenes: 1 Parte (Se compra en farmacias)

Yo utilizo un vaso con indicaciones de volumen, figura 50. Un biberón viejo puede servir ya que también tiene una escala con indicación de volúmenes.

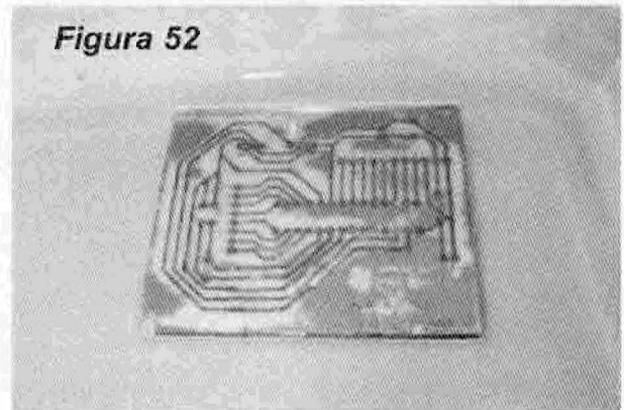
A continuación mezclamos los líquidos en una cubeta como la mostrada en la figura 51 y echamos el circuito impreso. La presencia de un color verdoso indica que el líquido ya ha empezado a atacar el cobre.

En la medida que vaya pasando el tiempo, la placa mostrará un aspecto como el de la figura 52 y, un tiempo después, como el mostrado en la figura 53. Una vez que la placa haya sido atacada por completo, pasamos el circuito con unas pinzas a otra bandeja que ya tenemos preparada con agua para lavar y disolver el atacador y así interrumpir el proceso, figura 54.

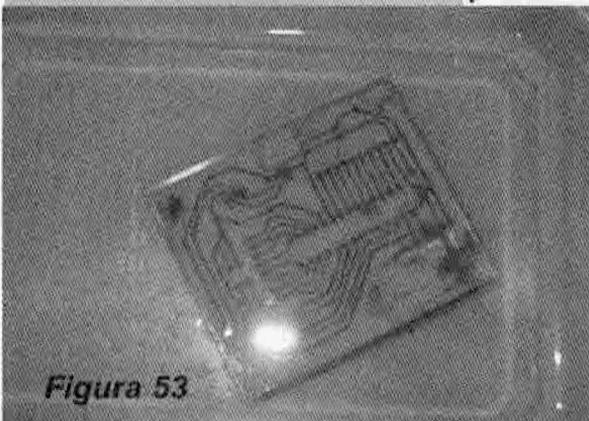
En la figura 55 mostramos un proceso en el que se atacará a otro impreso mientras lavamos el primero,



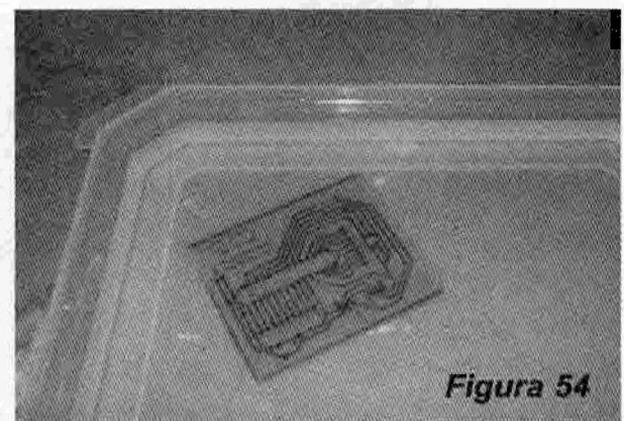
**Figura 51**



**Figura 52**



**Figura 53**



**Figura 54**

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

en mi caso prepare 3 placas y cuando las terminé tuvieron el aspecto de la figura 56.

Posteriormente hay que limpiar la tinta, nuevamente con el estropajo quitamos la tinta transferida al cobre, figura 57. En la figura 58 podemos ver cómo quedan las placas terminadas pero sin las perforaciones.

Ya solo nos queda usar un mini taladro para realizar las perforaciones. El mío lo compré en una tienda de electrónica y me costó unos 9 dólares, figura 59.

Para realizar los agujeros empleamos una broca (mecha) de 0,8 mm. La figura 60 muestra un detalle del circuito ya taladrado (a la izquierda) y otro sin taladrar (derecha), mientras que en la figura 61 tenemos una vista más cercana del circuito preparado para ser soldado. Finalmente, en la figura 63, ya hemos soldado los componentes, así que procedemos a mon-

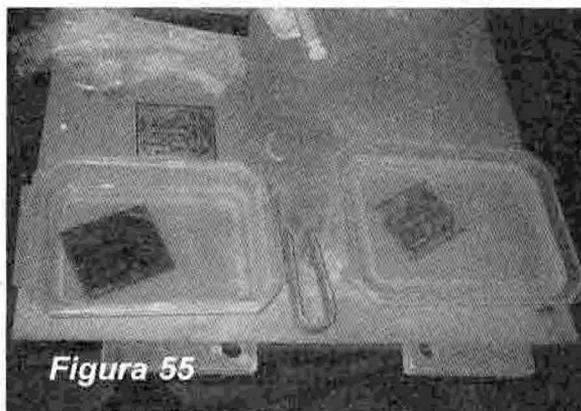


Figura 55

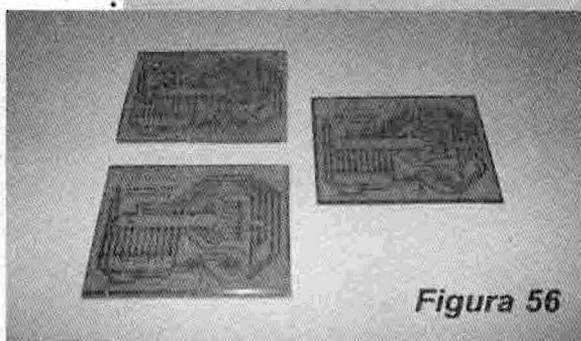


Figura 56



Figura 57

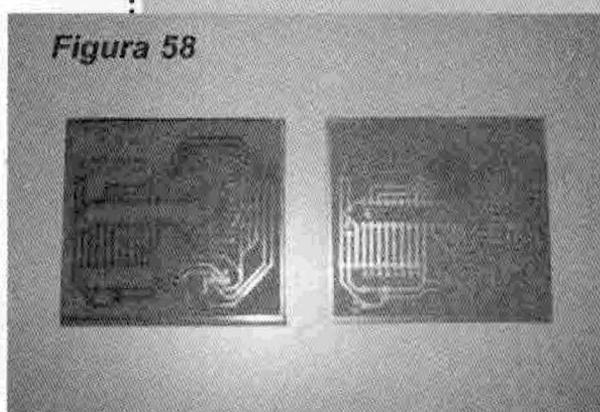


Figura 58

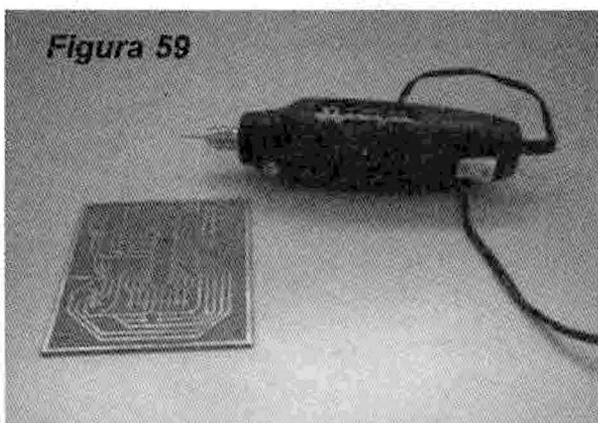


Figura 59

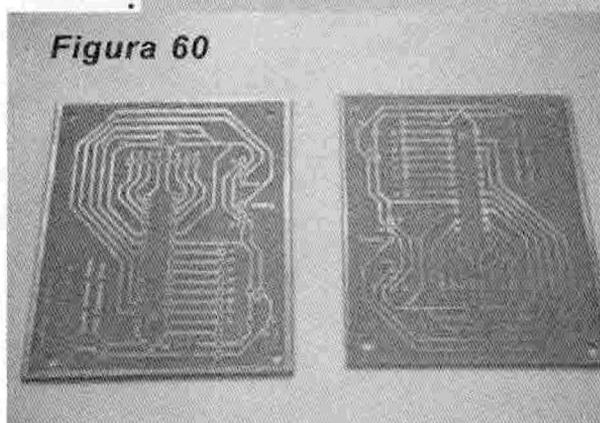
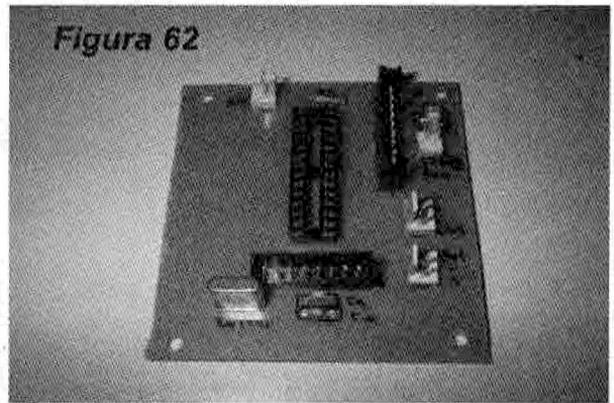
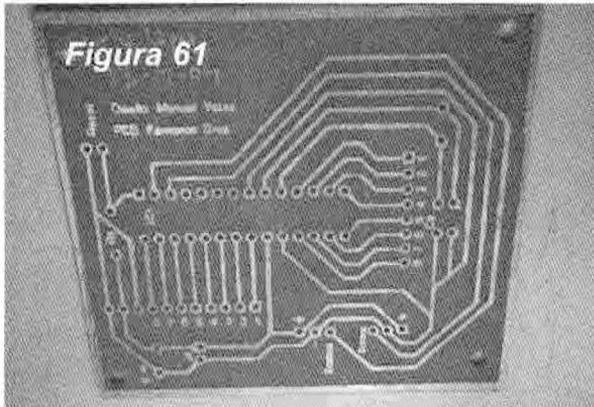


Figura 60



tar el integrado y a probar nuestros servos en este caso. Como puede apreciar, se trata de un método bastante artesanal y depende de la habilidad del "fabricante" la calidad final del PCB.

Tenga en cuenta que para comenzar no hace falta que monte una "obra de arte" y que si las pistas no son del todo "limpias" no significa que el circuito no vaya a funcionar. Lo importante es que cada pista tenga continuidad y que no se haya equivocado en el diseño del PCB. ☺

**ELECTRONICA  
ESTUDIO.COM**

Ingeniería Electrónica y Proyectos PICmicro®

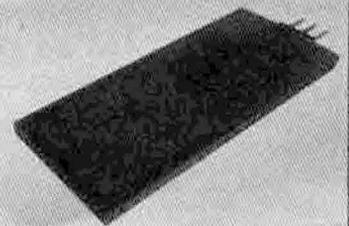
### Boton... al toque.

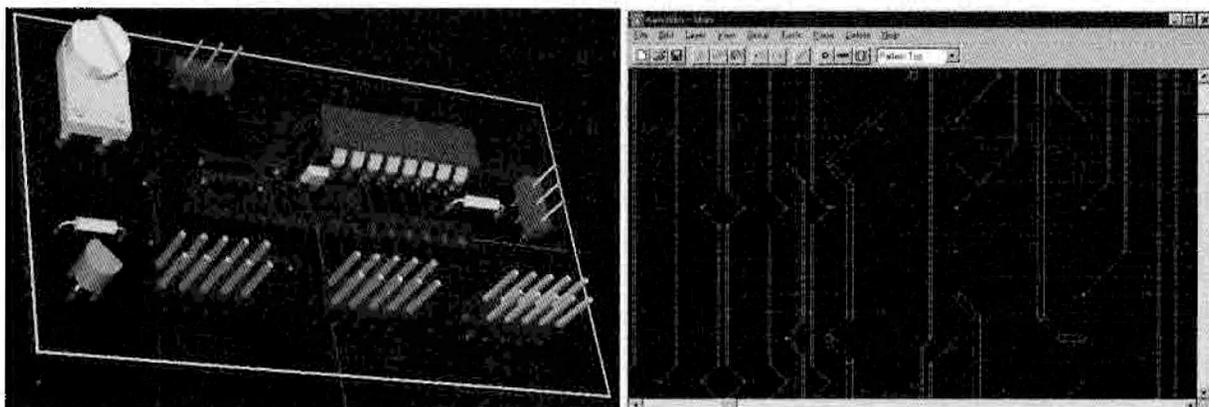
Toca suavemente encima de la tarjetita o através de algún material aislante; hasta de 6mm!  
Puede ser acrílico, vidrio, pvc; etc.

Alimentación: 5 VCD

Desactivado: 0 VCD

Activado: 5 VCD





# DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS ASISTIDO POR COMPUTADORA

*Hoy en día es fácil construir un PCB a partir de un circuito eléctrico con la asistencia de una computadora.*

*Se emplean programas CAM (computer-aided manufacturing: diseño asistido por computadora) para electrónica. Algunos son gratuitos pero los de mejores características poseen licencia paga.*

## INTRODUCCIÓN

Hace aproximadamente 15 años, publicamos el primer artículo que mencionaba la forma de construir Circuitos Impresos por computadora, mediante el empleo del programa Paint (que entregamos en un CD junto con Saber Electrónica N° 127) y utilitarios para construir Impresos con dicho programa. Posteriormente enseñamos a utilizar el programa KBAN con el objeto de construir su propio PCB con un utilitario gratuito y, desde entonces, ya publicamos el manual de uso de más de 5 programas para construcción de PCB.

En este capítulo le mostramos cómo usar un programa gratuito (Kband) y otro con licencia (KICAD). Cabe aclarar que el programa gratuito puede obtenerlo gratuitamente a partir de los pasos que explicamos en este artículo, mediante archivos a los que puede acceder directamente desde nuestra web: [www.webelectronica.com.mx](http://www.webelectronica.com.mx) (en este texto le brindamos las claves para que pueda realizar las descargas. Por otra parte, también podrá realizar prácticas con el KICAD.

### **KBAN: FÁCIL Y PODEROSO**

Los circuitos impresos con los que montamos nuestros proyectos, conocidos como PCB (Printed Circuit Boards) suelen ser un "dolor de cabeza" a la hora de realizar un montaje, pues del diseño de dicho impreso muchas veces depende el funcionamiento del prototipo, especialmente a la hora de armar circuitos de RF.

Vamos a describir el funcionamiento de un programa para que pueda diseñar sus propios impresos con una PC, aunque esta sea un vieja 486.

El programa en cuestión, denominado KBAN, es un software gratuito de muy buen desempeño y se puede bajar fácilmente de Internet. No es un DEMO, es un producto completo con el que he diseñado varios proyectos sin inconvenientes.

Las ventajas de este programa es que no está limitado en la cantidad de puntos de contacto o pins, ni en la medida (lógica, dado que se puede crear un impreso de un metro por un metro) que poseerá el PCB. Se pueden crear placas de circuito impreso de 5 máscaras, capas o layers.

Otra ventaja consiste en que es posible editar las máscaras en archivos gráficos tipo BMP para que Ud. pueda agregar leyendas, valores e identificación de componentes en todas las letras y tamaños.

Los archivos BMP pueden guardarse de tamaño normal y hasta 6 veces su tamaño original con el objeto de obtener imágenes de formato profesional que pueden ser adjuntadas a cualquier proyecto.

También le brinda la oportunidad de trabajar con pulgadas o milímetros y no posee límites para agregar símbolos y componentes en la librería.

Como puede apreciar, desde el "vamos" nuestro programa posee muchas ventajas, pero créame que las más importantes son que es un programa de bajo peso (con un disquete podrá bajar este artículo y el programa) y, por sobre todo, es GRATIS.

Ahora bien, no todas son rosas: en la versión que se

*El programa KBAN es un software gratuito de muy buen desempeño y se puede bajar fácilmente de Internet. No es un DEMO, es un producto completo con el que he diseñado varios proyectos sin inconvenientes.*

*El Kaban no está limitado en la cantidad de puntos de contacto o pins, ni en la medida que poseerá el PCB. Se pueden crear placas de circuito impreso de hasta 5 capas o layers.*

*También se pueden editar las máscaras en archivos gráficos para que pueda agregar textos, valores e identificación de componentes en todas las letras y tamaños.*

*Puede descargar el programa KBAN desde nuestra web o desde la página de los creadores.*

*Los archivos que cree en KBAN pueden guardarse de tamaño normal y hasta 6 veces su tamaño original con el objeto de obtener imágenes de formato profesional que pueden ser adjuntadas a cualquier proyecto. Incluso, le brinda la oportunidad de trabajar con pulgadas o milímetros y no posee límites para agregar símbolos y componentes en la librería.*

*Es decir, posee muchas ventajas, pero créame que las más importantes son que es un programa de bajo peso y, por sobre todo, es GRATIS.*

encuentra en Internet no hay librería de componentes pero si Ud. ha bajado oportunamente el PAINT (vea saber Electrónica Nº 127) o si es socio del Club Saber Electrónica, Ud. ya posee bastantes prototipos. Si es un nuevo lector o ha extraviado las librerías, podrá encontrar unas cuantas en nuestra web. Tenga en cuenta que la imaginación es el único límite para la creación de dibujos de componentes que le permitirán un buen diseño.

Para bajar el KBAN debe dirigirse por Internet a:

<http://www.hdl.co.jp/~kban/fsw/>

También puede descargar este programa desde nuestra web:

[www.webelectronica.com.mx](http://www.webelectronica.com.mx)

Para ello diríjase al ícono PASSWORD, haga un doble clic en él y cuando se la pida, digite la clave: cikban. Encontrará una ruta para bajar el programa, un artículo de uso de dicho programa y librerías para que comience a construir sus propios impresos.

Al ingresar a la página, en la parte inferior aparece una tabla donde se encuentran los siguientes archivos:

*mfc42.exe  
kban9b39.exe  
Sfo004.exe*

Con el mouse haga un clic en cada uno de estos archivos para "bajarlos" a su PC.

La instalación es muy sencilla. Como primera medida le sugiero crear una carpeta en el disco rígido con el nombre del programa, luego coloque los tres archivos que ha bajado dentro de ella y ejecútelos haciendo un doble clic en cada uno. Una vez que haya hecho esto y si siguió los pasos que aparecen en la pantalla, Ud. estará en condiciones de comenzar a utilizar el pro-

grama. La carpeta en la que ha ejecutado cada archivo debe presentar una imagen similar a la mostrada en la figura 1.

Para comenzar a utilizar nuestro programa, haga doble clic sobre el ícono verde denominado "KBAN". Se desplegará una imagen como la mostrada en la figura 2. En dicha figura damos algunas referencias útiles. A continuación se resume la función que cumple cada comando del menú:

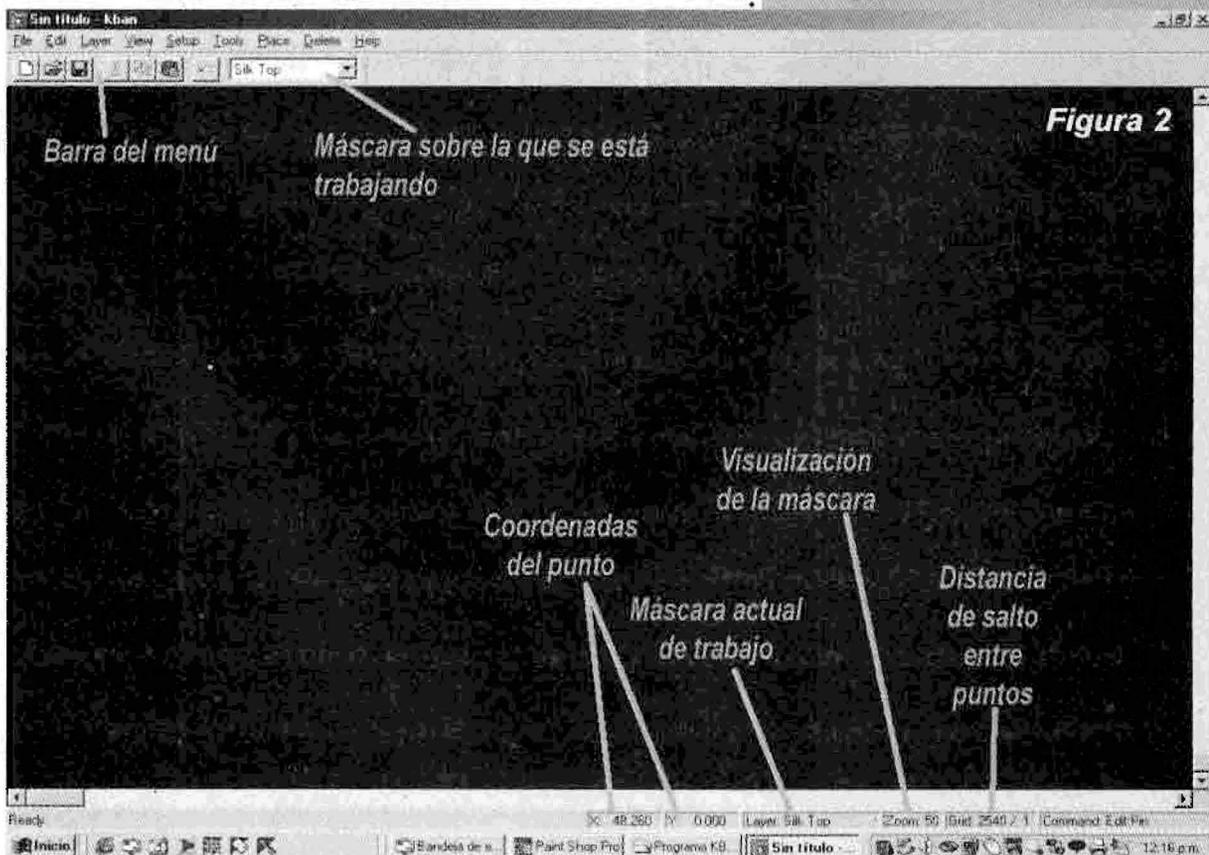


**Figura 1**

## FUNCIONES DE LA BARRA DEL MENÚ

### FILE (ARCHIVO, figura 3)

- New** crea un archivo nuevo
- Open** abre un archivo existente



**Figura 2**

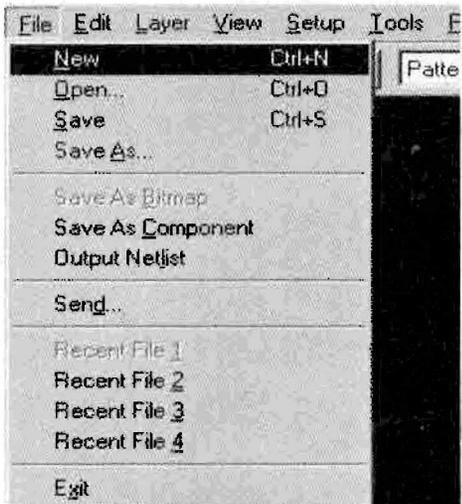


Figura 3

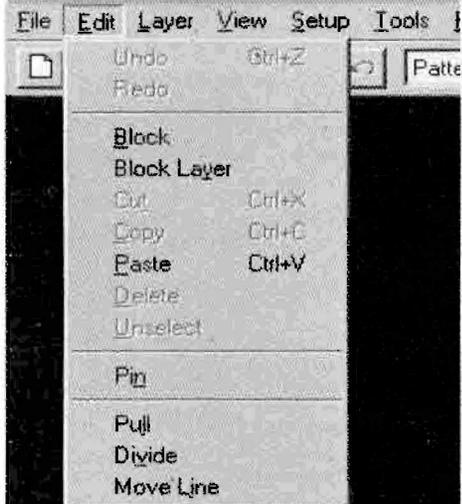


Figura 4



Figura 5

**Save** guarda (salva) las modificaciones que realizamos

**Save As..** permite guardar un archivo con otro nombre

**Save as Bitmap** guarda un archivo como mapa de bit -BMP-

**Save as Component** guarda el archivo como componente

**Exit** sale del programa

**EDIT (figura 4)**

En esta barra del menú tenemos diferentes funciones, tales como: funciones deshacer, copiar, pegar dividir línea, mover línea, hacer bloks, colocar pines, etc. Es importante que maneje bien esta herramienta.

**LAYER (figura 5)**

Aquí se selecciona la máscara de nuestro proyecto con la que estamos trabajando y qué máscaras se desean ver al mismo tiempo que se trabaja y cuáles se desean ver a la vez.

**VIEW (figura 6)**

En esta barra del menú indicamos si se quiere ver la barra del menú, la barra de estado, podemos realizar acercamientos, etc.

**SETUP (figura 7)**

**Snap** permite saltar o no entre los puntitos blancos del área de trabajo

**Pin on Common** coloca o no todos los PIN en la máscara común (COMMON)

**Fill** rellena las líneas y los PIN

**Hole** permite "ver" el orificio del PIN

**Grid** permite escoger el sistema métrico en mm o milésimas de pulgada

**Aperture** aquí se escogen las dimensiones de la línea (trazado del camino del impreso) y del PIN

## TOOLS

**Purge** (borra la memoria)

## PLACE

coloca en la máscara una línea, un PIN o un componente

## DELETE

Borra de la máscara una línea, un PIN o un componente

## HELP

nos brinda información sobre el empleo del programa

**NOTA:** con el botón izquierdo del mouse se edita y colocan líneas, componentes y PINs y con el botón derecho, se seleccionan.

A los fines prácticos, veremos cómo podemos dibujar un resistor para que nos sirva como componente de nuestra librería, que luego emplearemos para el proyecto.

Como primera medida cabe aclarar que con el botón izquierdo del mouse se editan, se colocan líneas, componentes y PINs y con el botón derecho, se los puede seleccionar.

Primero vamos a definir el "GRIP" o dimensiones con las que vamos a trabajar en nuestra máscara. Haremos que la distancia entre cada puntito de referencia sea de 1 mm, para ello vamos a Setup/Grid/1.000mm/2; con esto hacemos que la distancia de "salto" sea de 0,5 mm.

Luego seleccionamos las opciones Fill y Hole (dentro de la barra Setup) con el objeto de poder rellenar las líneas que tracemos y que se dibujen los agujeros de los pins).

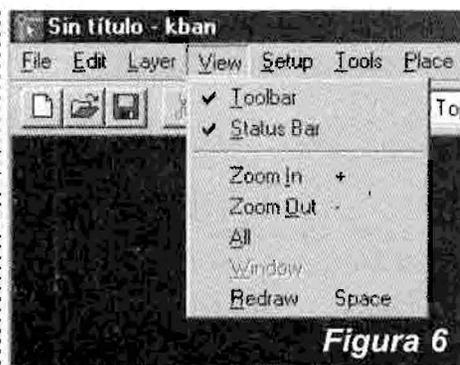


Figura 6



Figura 7

*En la versión de KBAN que se encuentra en Internet no hay librería de componentes pero si Ud. ha bajado oportunamente el PAINT (vea saber Electrónica Nº 127) o si es socio del Club Saber Electrónica, Ud. ya posee bastantes prototipos. Si es un nuevo lector o ha extrañado las librerías, podrá encontrar unas cuantas en nuestra web. Tenga en cuenta que la imaginación es el único límite para la creación de dibujos de componentes que le permitirán un buen diseño.*

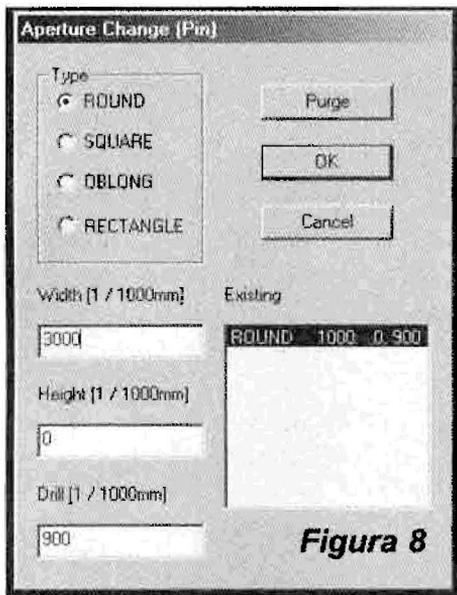


Figura 8

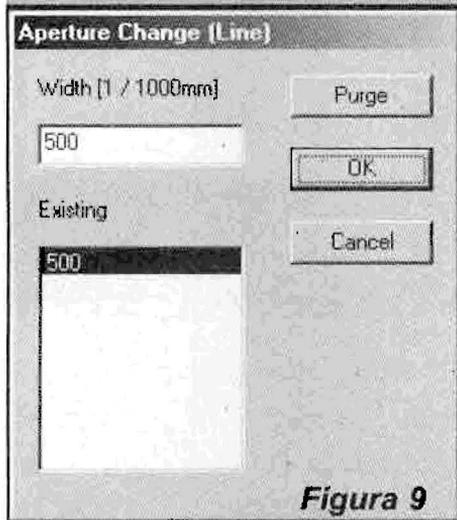


Figura 9

Para definir el tamaño que tendrán los PINs, hacemos: Setup/Aperture/Pin y colocamos la medida 3000 (equivalente a un PIN de 3mm), vea la figura 8. En la opción Drill de dicha figura colocamos 900, que equivale a 0,9 mm, es decir, el agujerito del pin será de 0,9 mm. Para definir el tamaño de una línea seleccionamos: Setup/Aperture/Line; y colocamos 500 (figura 9).

A continuación seleccionamos la máscara de arriba con la tecla F11 o haciendo Layer/Silk Top.

Debemos colocar los PINs donde se conectará la resistencia, para ello supongamos dejar un espacio entre terminales de 15 mm. El primer PIN lo colocaremos en la parte inferior izquierda de la máscara, en la posición: X=5; Y=5 (figura 10) y el segundo PIN lo colocaremos en la posición X=5; Y=20, tal como se muestra en la figura 11. Note que vamos a dibujar un resistor en posición vertical.

El PIN lo podemos colocar apretando la tecla F5 (o haciendo Place/Pin) y haciendo un clic en la posición que queramos de la pantalla (en nuestro caso en las posiciones dadas anteriormente).

Debemos dibujar la resistencia sobre los PINs (si la tuviéramos en la librería no haría falta, sólo deberíamos traerla). Para hacer el dibujo vamos a seleccionar una línea y comenzamos a realizar el dibujo mostrado en la figura 12 haciendo un clic cada vez que trazamos una línea. Para dejar de dibujar debemos apretar el botón

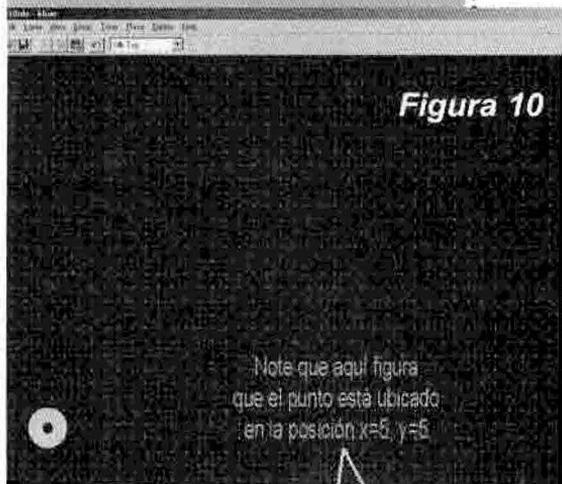


Figura 10

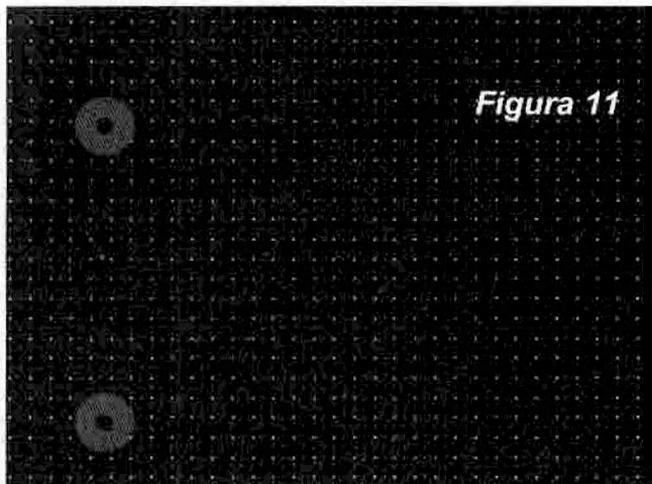


Figura 11

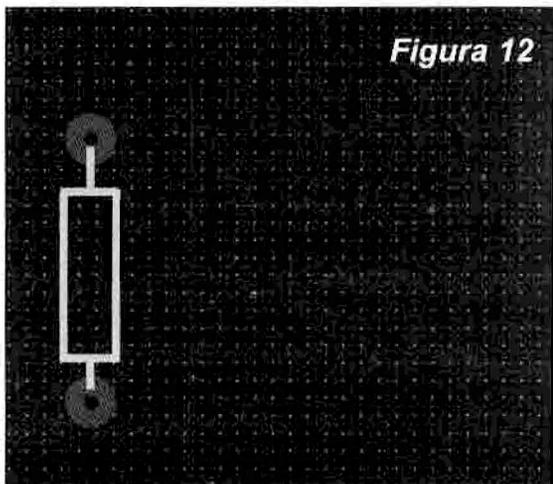


Figura 12

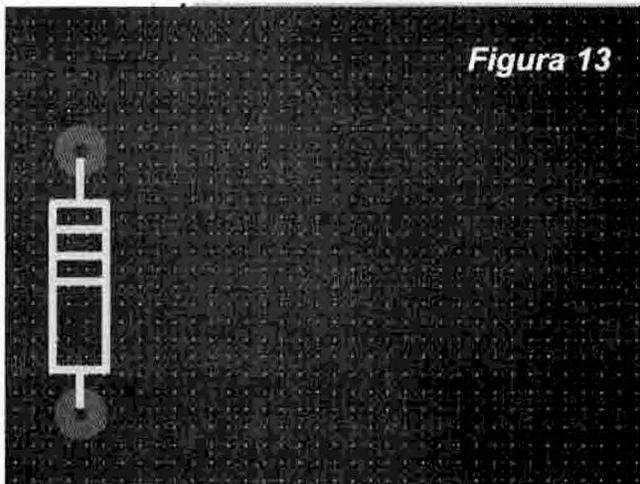


Figura 13

derecho del Mouse. Si queremos borrar una línea nos posicionamos sobre ella y luego vamos al menú y hacemos Edit/Undo Line.

Si deseamos un componente más vistoso, le podemos agregar unas líneas, como se muestra en la figura 13.

Posteriormente en File, seleccione SAVE AS COMPONENT y guarde el archivo como componente en la carpeta DIP, que está dentro de la carpeta Kban que contiene a los archivos del programa con el nombre resistor.cmp (figura 14).

Ahora ya tenemos generado un componente en nuestra librería.

Supongamos que queremos conectar tres resistores en serie, para ello debemos colocar dos resistores más, buscándolos desde la librería.

Hacemos Place/Component (o apretamos la tecla F7) y con Browse buscamos dentro de la carpeta DIP que está en la carpeta que contiene al programa. Seleccionamos el componente resistor.cmp y apretamos Aceptar. El componente aparecerá en la máscara en forma difusa y se moverá cuando mueva el mouse, haga clic cuando encuentre la posición en la que desea que se ubique el componente.

Para colocar más resistores, seleccione uno de ellos

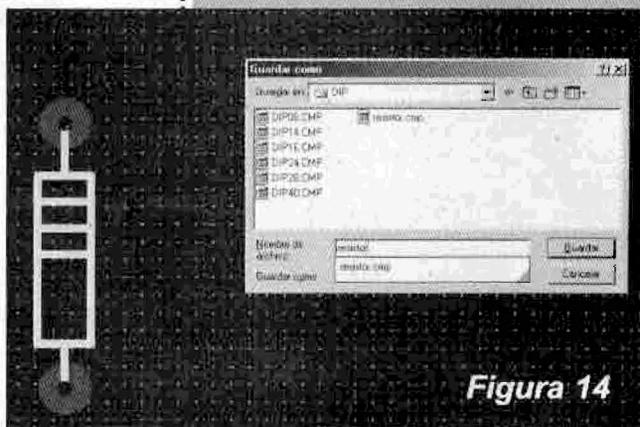
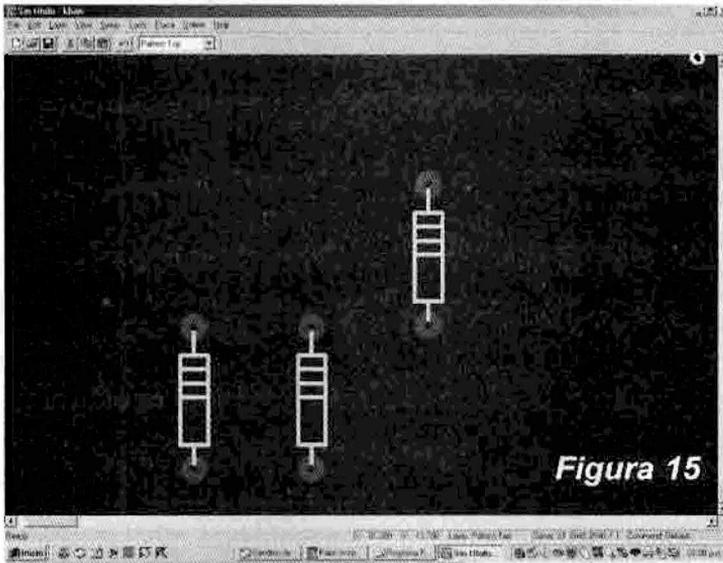


Figura 14

**La instalación del KBAN es muy sencilla. Como primera medida le sugiero crear una carpeta en el disco rígido con el nombre del programa, luego coloque los tres archivos que ha bajado dentro de ella y ejecútelos haciendo un doble clic en cada uno. Una vez que haya hecho esto y si siguió los pasos que aparecen en la pantalla, Ud. estará en condiciones de comenzar a utilizar el programa.**



**Figura 15**

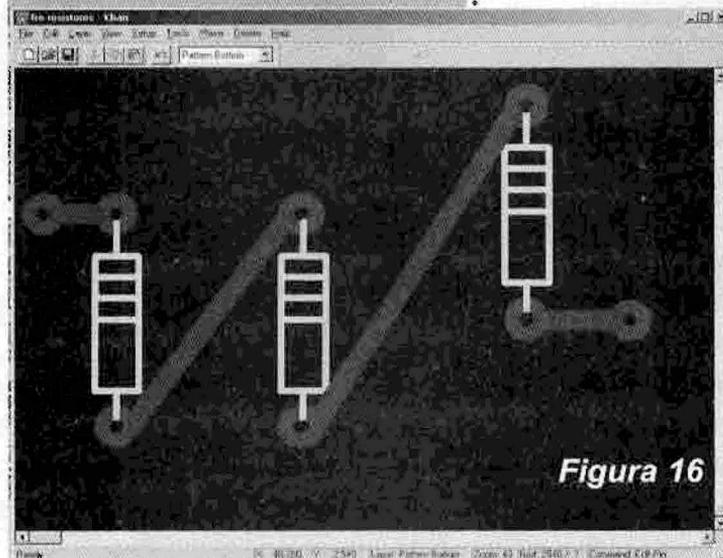
*Con el botón izquierdo del mouse se editan, se colocan líneas, componentes y PINs y con el botón derecho, se los puede seleccionar.*

sobre la pantalla para ver mejor).

Ahora debemos crear el circuito impreso, para ello debemos definir el tamaño de la pista, cosa que hacemos nuevamente definiendo el tamaño de la línea con la que escribiremos, hacemos: Setup/Apertura/Line y colocamos 1500, lo que significa que cada pista tendrá un tamaño de 1,5 mm.

Debemos ahora hacer el trazado del impreso, lo que se realiza en la máscara PATTERN BOTTOM que se selecciona con: Layer/Pattern Bottom.

Asegúrese que el tamaño de la pista será de 1,5mm y que el tamaño de los PINs será de 3mm (con agujeros de 0,9mm).



**Figura 16**

(vaya a Edit/Block y luego manteniendo apretado el botón izquierdo del mouse seleccione el resistor), haga Edit/Copy y luego Edit/Paste. Cada vez que haga un clic con el mouse, copiará un nuevo resistor sobre la máscara. Si desea borrar un componente selecciónelo y luego haga Edite/Delete.

Para este caso particular, he dispuesto tres resistores como muestra la figura 15 (recuerde que con view/Zomm Ud. puede ampliar o disminuir el tamaño de la máscara

En Pattern Bottom comience a trazar líneas uniendo las resistencias en serie, de modo que quede un gráfico similar al mostrado en la figura 16. De esta manera hemos creado nuestro primer impreso. En la máscara Silk Top estará dibujada la máscara de componentes, en la máscara Pattern Botom tendrá las pistas del circuito impreso y en la máscara Pattern Common tendrá el dibujo de los Pines. El siguiente

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

paso es salvar nuestro proyecto, es decir, debemos guardarlo ya sea con File/Save o File/Save as... Guárdelo donde Ud. crea conveniente.

El paso seguido es crear la máscara de componentes, para ello deberá guardar el dibujo de la parte de arriba del impreso (máscara de componentes o silk top). Haga File/Save Bitmap. Aparecerá una caja de diálogo como la mostrada en la figura 17. En dicha caja de diálogo se puede seleccionar qué máscara debe reproducir como imagen gráfica, si desea que se aprecien las líneas llenas (Fill) y los agujeros de los PINs (hole), con qué resolución tendremos el dibujo (DPI) y qué tamaño tomamos como límite para el plano de taladrado.

Para crear la máscara de componente le damos la opción de que reproduzca sólo el "Pattern Top" con una ampliación 200% (vea nuevamente la figura 17).

Luego en File Name colocamos el nombre que tendrá nuestra máscara (en nuestro caso es "máscara1"); posteriormente hacemos clic en Browse, seleccionamos el lugar donde guardaremos nuestro dibujo, hacemos clic en guardar y luego en OK. Hecho esto, la máscara de componentes ha sido creada con el nombre máscara1.

Para hacer la figura correspondiente al impreso hacemos nuevamente File/Save Bitmap y ahora seleccionamos las opciones "pattern common" y "pattern bottom", escribimos el nombre del archivo (en nuestro caso es impreso1), hacemos clic en Browse y guardamos el archivo donde queramos, hacemos clic en guardar y aparecerá la imagen de la figura 18. Hacemos clic en guardar y así creamos el dibujo del circuito impreso.

Para abrir los dibujos creados precisamos cualquier

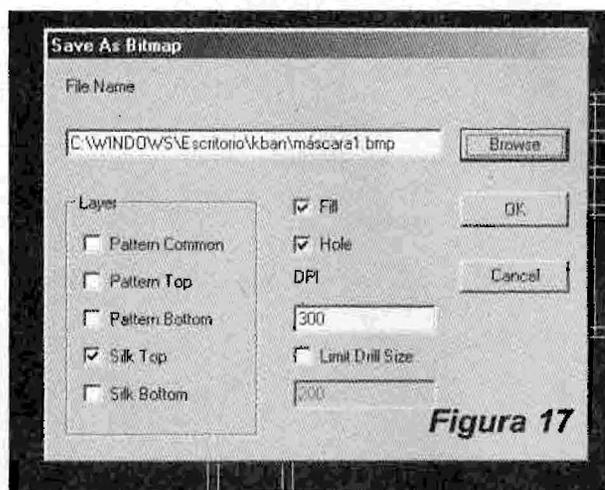


Figura 17

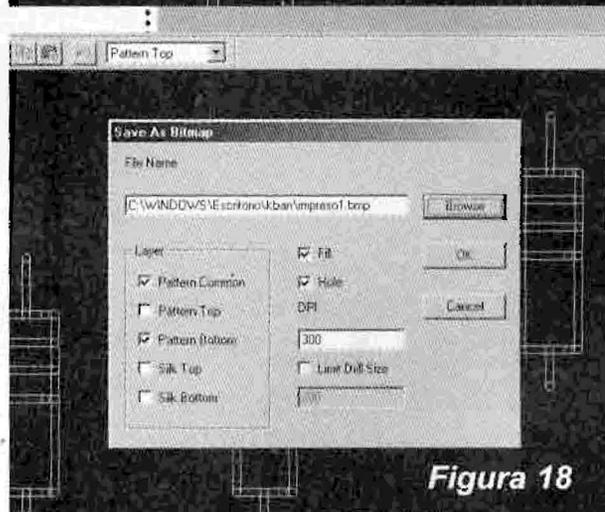
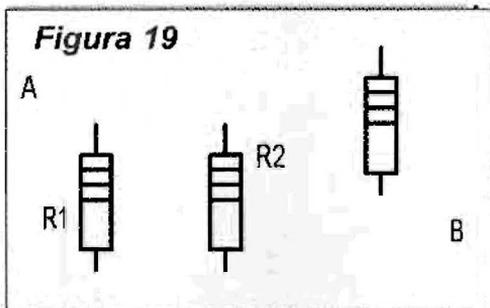


Figura 18

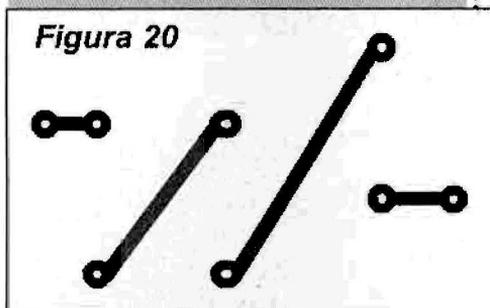
**Una vez que dibujamos un componente y lo colocamos en la librería, lo podemos usar para otros proyectos. Supongamos que queremos conectar tres resistores en serie, y que ya hicimos el diseño de nuestro resistor, deberemos buscar en nuestra librería el componente y colocarlo en el escritorio del KBAN.**

**Figura 19**



reproductor de gráficos hechos en mapa de bits. Windows generalmente el Paint tal que al abrir los gráficos, tendremos las imágenes mostradas en las figuras 19 (máscara de componentes) y 20 (circuito impreso). El último paso consiste en agregar el nombre de los componentes en la máscara de componentes y realizar una inversión vertical u horizontal del circuito impreso (vea la figura 21).

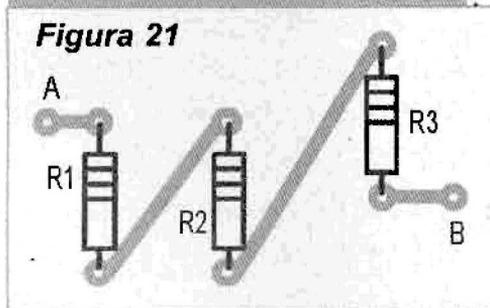
**Figura 20**



## INTRODUCCIÓN AL KICAD

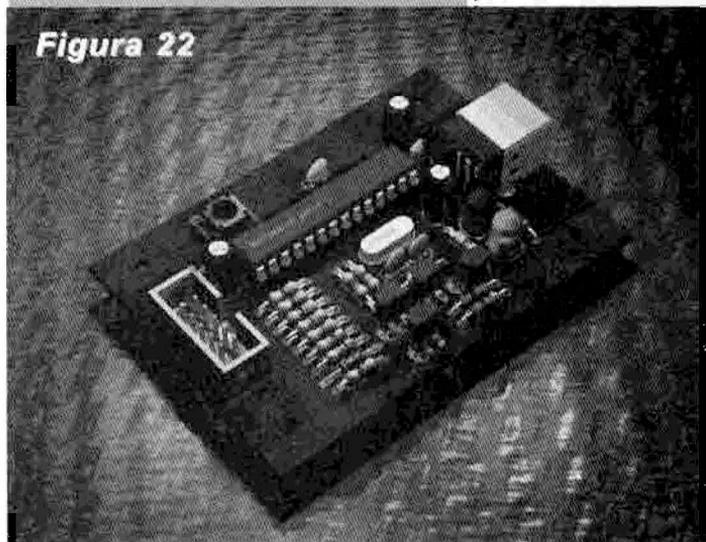
El proceso de diseño de placas de circuito impreso se lo puede hacer utilizando un software gratuito muy interesante, KiCAD. Daremos un instructivo sencillo tomado de [www.monografias.com](http://www.monografias.com), en base a un trabajo enviado por Fabián Ríos.

**Figura 21**



El programa KiCAD fue diseñado y escrito por Jean-Pierre Charras, investigador de la LIS (Laboratoire des Images et des Signaux) y profesor en el IUT de Saint Martin d'Herès. (Francia), en el campo de la ingeniería eléctrica y procesamiento de imágenes. Es un entorno de software usado para el diseño de circuitos eléctricos, muy flexible y adaptable, en el que se pueden crear y editar un gran número de componentes y usarlos en Eeschema, figura 22. Kicad permite el diseño de circuitos impresos modernos de forma sencilla y intuitiva, además en Pcbnew los circuitos se pueden diseñar con múltiples capas y ser visualizadas en 3D.

**Figura 22**



En Kicad, va a encontrar todas las herramientas necesarias para poder hacer todos los diagramas que quiera, bien eléctricos, bien de flujo, y con ello hacerse su esquema del circuito eléctrico. Finalmente, Kicad es un programa de supone una gran ventaja, especialmente si es desarrolla-

El proceso de diseño de placas de circuito impreso se lo puede hacer utilizando un software gratuito muy interesante, KiCAD. Daremos un instructivo sencillo tomado de [www.monografias.com](http://www.monografias.com), en base a un trabajo enviado por Fabián Ríos.

dor de software, ya que lo puede mejorar a su antojo. Además, también resulta un programa muy apropiado para todos aquellos que tengan conocimientos más avanzados en electrónica, pues pueden diseñar complejos sistemas eléctricos. Haciendo un símil, podríamos decir que Kicad es el

Autocad de la electrónica. Una aplicación con propósitos similares a Multisim o a Proteus, pero más orientado al ámbito escolar. También puede asociarse a archivos de documentación, así como palabras clave para buscar un componente por función, más sencillo que por referencia.

Existen bibliotecas, desarrolladas durante varios años, para los esquemas y para los módulos de los circuitos impresos (componentes clásicos y smd). Es un estilo de paquete con diversas herramientas gratuitas para la elaboración de esquemas y circuitos electrónicos tanto en Windows como en Linux. El programa trae consigo cuatro herramientas y un gestor de proyectos, entre los cuales tenemos uno dedicado a la creación de esquemas electrónicos (Eeschema), otro para la creación de circuitos impresos (Pcbnew), un visualizador de documentos en formato Gerber (para los que quieran fabricar PCB en formato industrial), otro para la selección de huellas físicas de componentes electrónicos y un gestor del proyecto, que es el programa en sí.

Con el gestor de proyectos, Kicad, puede elegir o crear un proyecto y poner en marcha Eeschema, Pcbnew (figura 23). La versión recompilada de Linux ha sido probada usando Mandrake 9.2 o 10.0 (trabaja con 10,1). En algún momento el software también han sido probado en otros sistemas operativos, especialmente FreeBSD y Solaris.

Se puede descargar libremente, y existen versiones

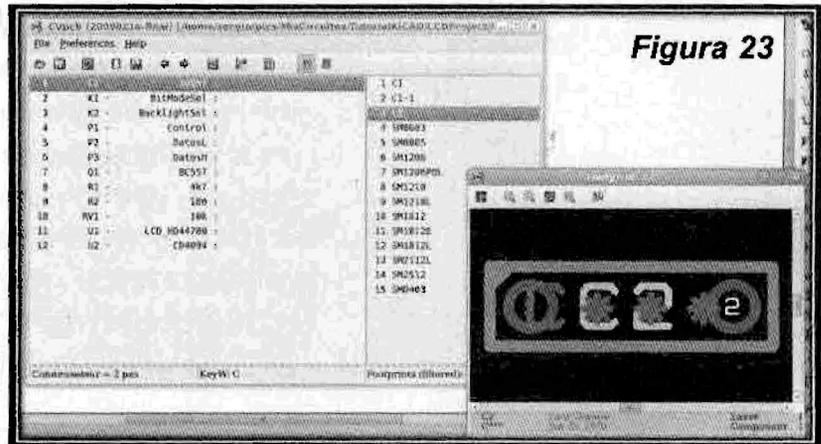


Figura 23

*El programa KicAD fue diseñado y escrito por Jean-Pierre Charras, investigador de la LIS (Laboratoire des Images et des Signaux) y profesor en el IUT de Saint Martin d'Herès.*

*Es un entorno de software usado para el diseño de circuitos eléctricos, muy flexible y adaptable, en el que se pueden crear y editar un gran número de componentes y usarlos en "Eeschema".*

*Kicad permite el diseño de circuitos impresos modernos de forma sencilla y intuitiva, además en Pcbnew los circuitos se pueden diseñar con múltiples capas y ser visualizadas en 3D.*

*En Kicad, va a encontrar todas las herramientas necesarias para poder hacer todos los diagramas que quiera, bien eléctricos, bien de flujo, y con ello hacerse su esquema del circuito eléctrico*

para Windows y para Linux. También existen versiones con licencia para proyectos particulares.

Descargue Kicad Windows o bien Kicad Linux.

Kicad es un conjunto de cuatro programas informáticos y un jefe de proyecto:

**EeSchema:** La introducción del esquema.

**Pcbnew:** El redactor de la Junta.

**Gerbview:** Visor de GERBER (documentos photoplotter).

**Cvpcb:** Selector de la huella de los componentes utilizados en el diseño de circuitos.

**Kicad:** Director del proyecto.

### CREACIÓN DE UN CIRCUITO ELÉCTRICO

EESchema nos permite generar fácilmente los ficheros netlist necesarios para la edición de la placa de circuito impreso con PCBNew. También incluye una pequeña aplicación denominada CvPCB, que facilita la asociación de los componentes del esquema con las plantillas de componentes (footprints) que utilizaremos en PCBNew. El programa gestiona igualmente el acceso directo e inmediato a la documentación de componentes.

### Edición de Componentes

Pcbnew: El programa de realización de circuitos impresos, Pcbnew, trabaja con 1 a 16 capas de cobre más 12 capas técnicas (máscaras de soldadura...) y genera automáticamente todos los documentos necesarios para realizar los circuitos (ficheros GERBER de foto trazado, taladrado y coloca-

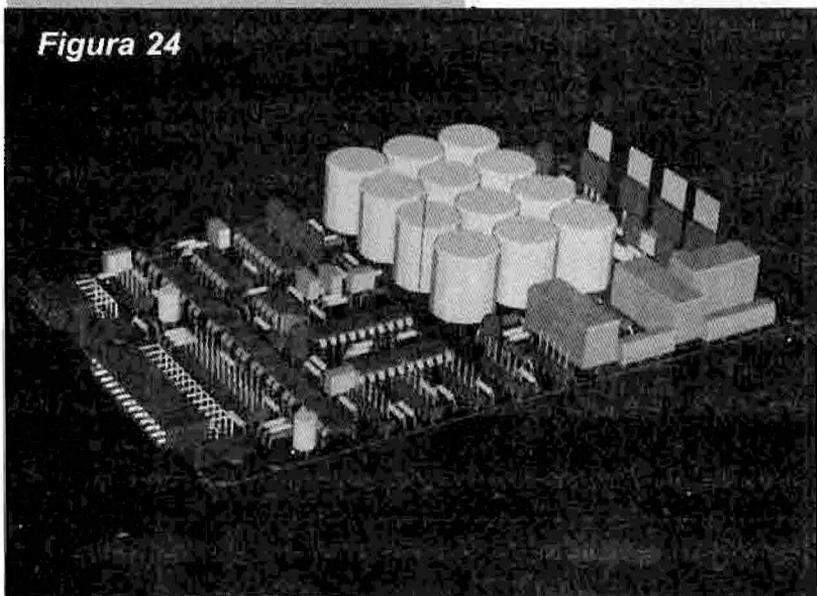


Figura 24

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

ción de componentes, así como los ficheros de trazo PostScript para realizar prototipos.

Pcbnew permite visualizar los circuitos y los componentes en 3 dimensiones, figura 24.

### **Bibliotecas**

Eeschema y Pcbnew gestionan de manera eficaz las bibliotecas de componentes y módulos: Se pueden crear, modificar, cambiar y borrar fácilmente los elementos de las bibliotecas. Pueden asociarse archivos de documentación, así como palabras clave para buscar un componente por función, más sencillo que por referencia. Existen bibliotecas, desarrolladas durante varios años, para los esquemas y para los módulos de los circuitos impresos (componentes clásicos y smd). La mayor parte de los módulos de circuitos impresos disponen de su representación 3D.

### **Programas Complementarios**

Junto con Kicad se proporcionan otros programas de código abierto (licencia GNU):

**Wyoeditor** (editor de textos utilizado para ver informes) basado en Scintilla y wxWidgets ([www.wxGuide.sourceforge.org](http://www.wxGuide.sourceforge.org)).

**Wings3D**: modelador 3D para los módulos de Pcbnew ([www.wings3d.com](http://www.wings3d.com)).

**Documentación**: Se dispone de ayuda en línea (formato HTML), así como de las fuentes de dicha ayuda en formato.

**Open Office**, que pueden imprimirse. La documentación incluye más de 200 páginas.

**Calidad de diseño**: La realización y la ergonomía tienen calidad profesional.

### **INSTALACIÓN DE KICAD**

Se debe descargar el programa desde la página del autor:

*Kicad es un programa que supone una gran ventaja, especialmente si es desarrollador de software, ya que lo puede mejorar a su antojo.*

*También resulta un programa muy apropiado para todos aquellos que tengan conocimientos más avanzados en electrónica, pues pueden diseñar complejos sistemas eléctricos.*

*"Podríamos decir que Kicad es el Autocad de la electrónica".*

*Es una aplicación con propósitos similares a Multisim o a Proteus, pero más orientado al ámbito escolar.*

*También puede asociarse a archivos de documentación, así como palabras claves para buscar un componente por función, más sencillo que por referencia.*

*Existen bibliotecas, desarrolladas durante varios años, para los esquemas y para los módulos de los circuitos impresos (componentes clásicos y smd).*

*Es un estilo de paquete con diversas herramientas gratuitas para la elaboración de esquemas y circuitos electrónicos tanto en Windows como en Linux.*

*El programa trae consigo cuatro herramientas y un gestor de proyectos, entre los cuales tenemos uno dedicado a la creación de esquemas electrónicos (Eeschema), otro para la creación de circuitos impresos (Pcbnew), un visualizador de documentos en formato Gerber (para los que quieran fabricar PCB en formato industrial), otro para la selección de huellas físicas de componentes electrónicos y un gestor del proyecto, que es el programa en sí.*

<http://kicad.sourceforge.net/wiki/index.php/Main>

Allí podremos elegir entre las diferentes opciones:

**KiCad Stable Release:**

- \* For Windows: 20090216
- \* Linux: (RatHat, Fedora, Mandriva, CentOS...) 20090216
- \* Linux (Ubuntu): 20090216
- \* Sourcecode: 20090216

En este tutorial vamos a trabajar con la tercer opción, bajaremos de este modo el archivo:

**kicad-2009-02-16-final-UBUNTU\_8.10.tgz**

Al descompactar este archivo en el Home y nos creará la siguiente estructura de directorios:

- bin** Ubicación de los ejecutables y plugins.
- doc** Ayuda y tutoriales.
- share** Bibliotecas de componentes, plantillas y ejemplos.
- wings3d** Instalación de la herramienta Wings3d para la creación de modelos 3D de los componentes.

La descompactación desde consola puede hacerse utilizando la siguiente línea:

**tar zxvf kicad-2009-02-16-final-UBUNTU\_8.10.tgz**

Es posible instalarlo en:

usr/local (personalizado como root).

**Dependencias**

Es preciso poseer previamente libc.so.6 (no funciona con libc.so.5).

## DISEÑO DE UN CIRCUITO

Acompañando este tutorial el lector podrá crear simultáneamente un circuito de manejo de LCD en modos de 2, 4 y 8 bits conectable a las entrenadoras disponibles en un control que soporten el estándar IDC10 de cuatro hilos de datos más 5v, GND y el resto desconectados. La historia de este circuito nace de la necesidad de poseer un módulo totalmente flexible para LCD de 16x2 con backlight regulable (o no) por PWM, con control del contraste y que se pueda conectar con solo 2 bits (3 hilos, data, clock y enable), 4 bits (6 hilos, E + RS + D4 a D7) u 8 bits (10 hilos, E + RS + D0 a D7).

En mi caso, esta idea fue tomando forma con un papelito y un lápiz (figura 25).

Ahora vamos a pasar este bosquejo a KiCad, para ello ejecutamos el archivo kicad/bin/kicad, lo cual nos muestra la pantalla principal del manejador de proyectos (figura 26).

### Creación de un Nuevo Proyecto.

El manejador de proyectos posee esta toolbar o barra de herramientas, figura 27.

Utilizando el botón/menú "New" o "Crear un nuevo proyecto", KiCAD nos pedirá que le demos la carpeta y el nombre del nuevo pro-

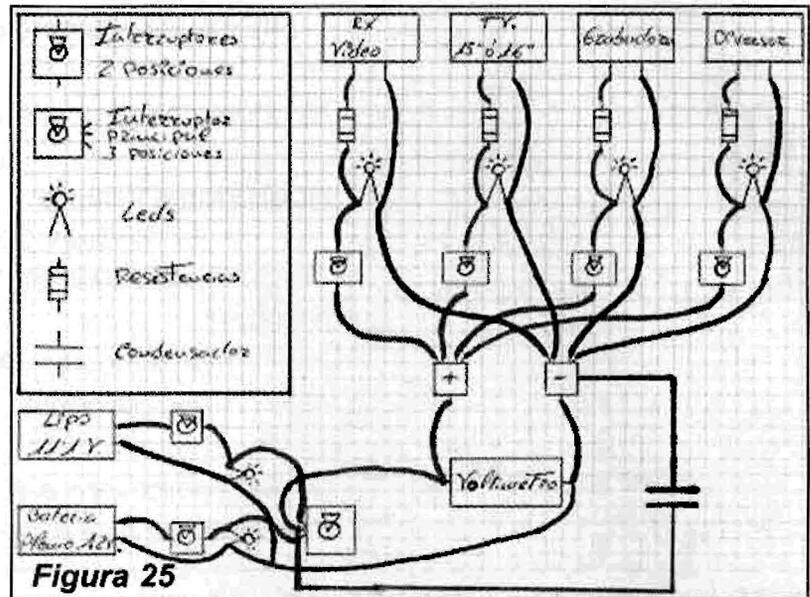


Figura 25

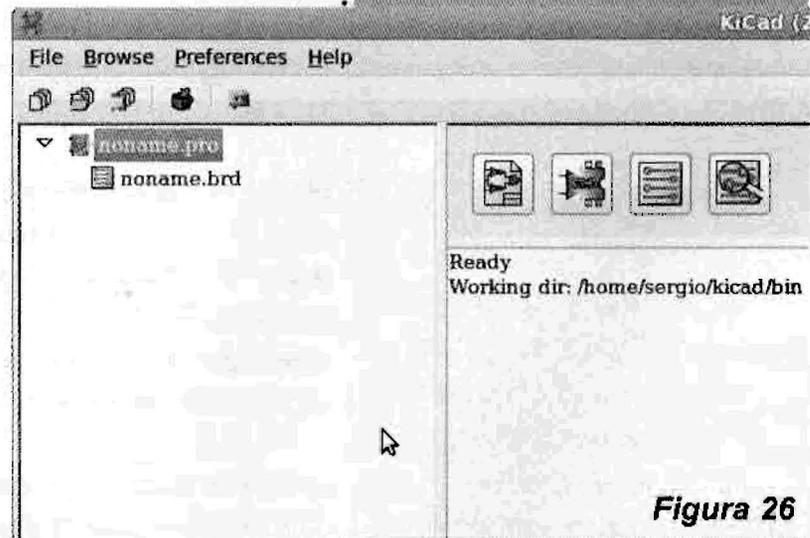


Figura 26



Figura 27

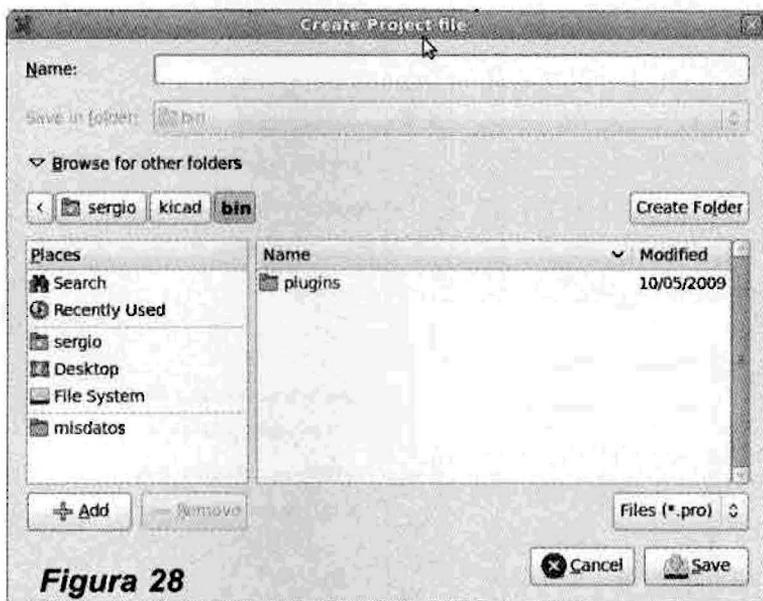


Figura 28

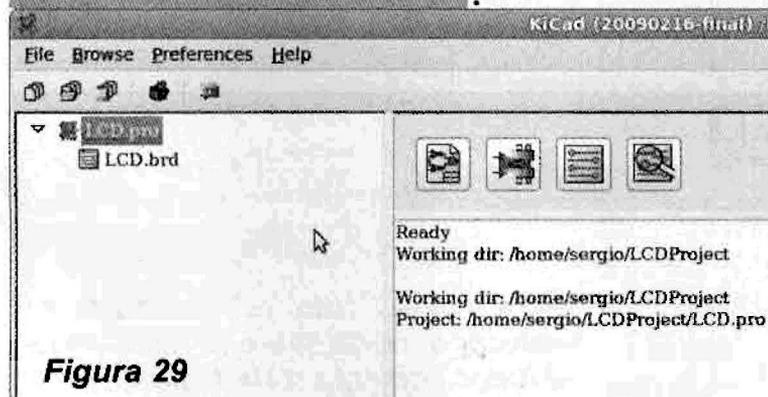


Figura 29

**Con el gestor de proyectos, Kicad, puede elegir o crear un proyecto y poner en marcha Eeschema, Pcbnew. La versión recompilada de Linux ha sido probada usando Mandrake 9.2 o 10,0 (trabaja con 10,1). En algún momento el software también han sido probado en otros sistemas operativos, especialmente FreeBSD y Solaris.**

yecto, tal como se muestra en la figura 28. En nuestro caso se llamará (LCD.pro, figura 29).

**Formato de Archivos**

Todos los archivos que genera KiCAD tienen formato de texto, por ejemplo nuestro archivo LCD.pro contiene lo siguiente:

```
update=Thu 29 Nov 2011
04:52:27 PM WART
last_client=kicad
[general]
version=1
RootSch=LCD.sch
BoardNm=LCD.brd
```

**Edición del Circuito Eléctrico**

Abrimos Eeschema (el editor de esquemas), el mismo nos informará que el archivo LCD.sch no fue encontrado, le damos Ok.

Ahora es el momento más terrorífico para todo escritor y en nuestro caso diseñador, superar la página en blanco... De acuerdo a las últimas recomendaciones para superar este problema, no hay que ser muy exigentes desde el primer componente o línea que se escribe, para lo cual vamos a conocer lo más básico del diseño y luego afilaremos la punta del lápiz.

Bueno, vamos a hacer eso, ¿cómo? agregaremos a la nunca bien ponderada "resistencia". Para ello tenemos que conocer nuestra nueva amiga, la barra de herramientas de la derecha, tal como se observa en la figura 30.

Pulsamos en "Agregar un componente" o "Place a component" y en el cuadro Name, escribimos simple-

mente "R" y luego pulsamos "OK", arrastramos el componente hasta una posición de nuestro sitio de trabajo.

Cada botón de nuestra "amiga resistencia" tiene accesos directos con el teclado que podremos conocer con el menú, figura 31.

Listo, ya no está en blanco la hoja... superamos el terror de la página vacía.

Para cambiar las propiedades de nuestra resistencia hacemos clic derecho sobre la misma y nos aparecerá el menú contextual, figura 32.

Ingresamos según nuestro bosquejo entonces dos resistencias una de 4k7 y otra de 180R, ahora agregaremos el conector IDC10,

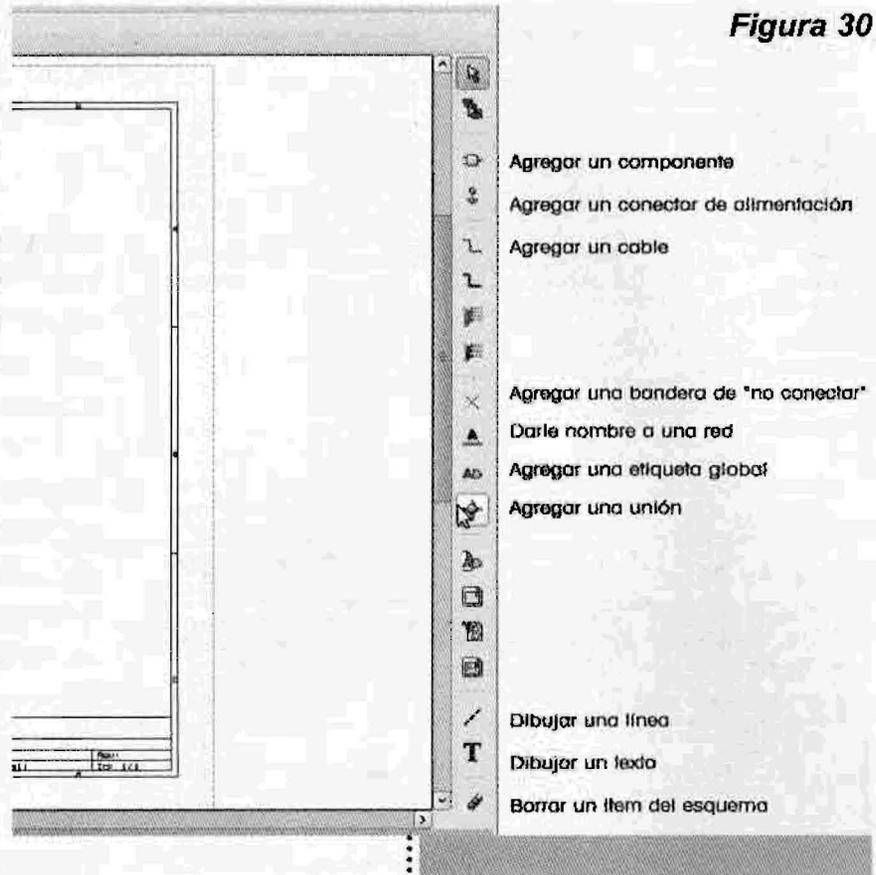
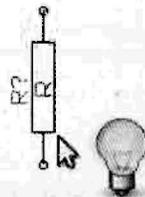


Figura 30



*Para mover o rotar un componente colocar el ratón sobre la resistencia y luego pulsar la tecla M para moverla o R para rotarla*

Figura 31

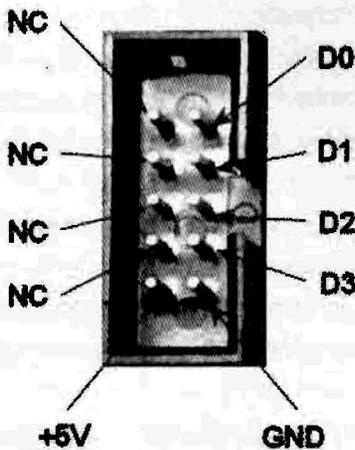


Figura 33

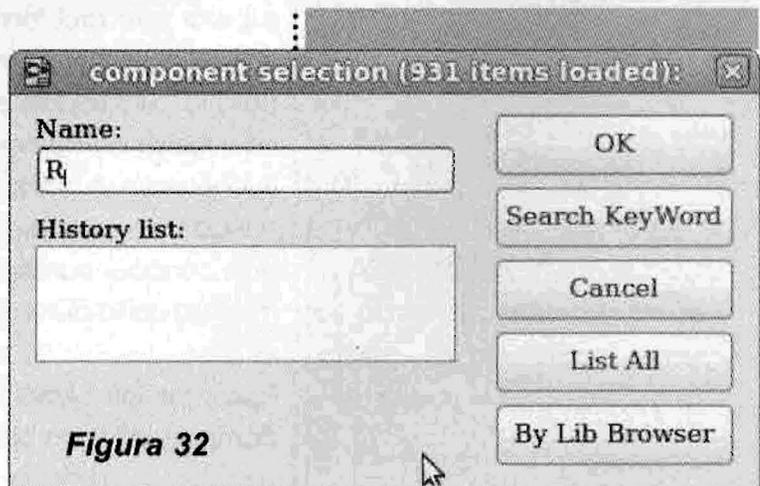


Figura 32

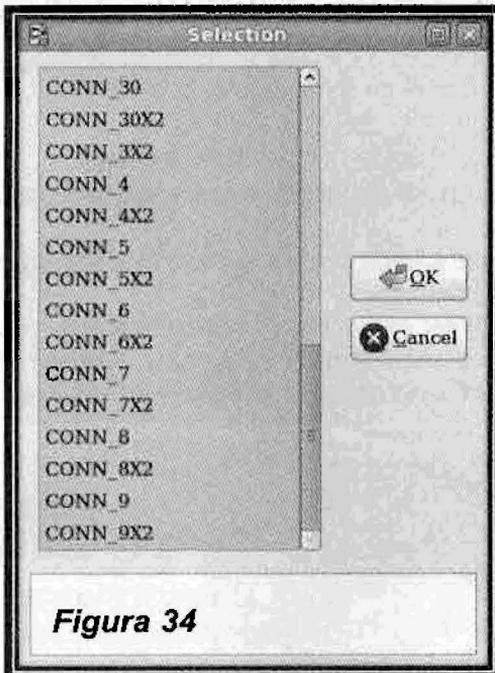


Figura 34

**EESchema nos permite generar fácilmente los ficheros netlist necesarios para la edición de la placa de circuito impreso con PCBNew.**

que físicamente es el que se muestra en la figura 33 para que se ubiquen.

En este caso escribiremos en el cuadro de agregar un componente: "conn" y al pulsar Enter aparecerá la imagen de la figura 34.

Elegiremos el componente CONN\_5X2 y el programa nos contará que se trata de:

**Descr:** Symbole general de connecteur

**KeyW:** CONN

Los valores para cada uno serían: Control, DatosL, Datos.

Necesitaremos agregar tres de estos conectores.

Necesitamos también un condensador de desacoplo, ingresaremos "C", y como valor 100nF.

Para agregar al transistor, ingresaremos PNP o NPN, en este caso uso un PNP y le asignaremos el valor BC557.

Agregamos además dos selectores, que físicamente son 3 pines cada uno con un jumper, para ello elegiremos dos CONN\_3 con valores: BacklightSel y BitModeSel respectivamente.

A este nivel del diseño, tendríamos que tener los componentes mostrados en la figura 35 con sus respectivos valores.

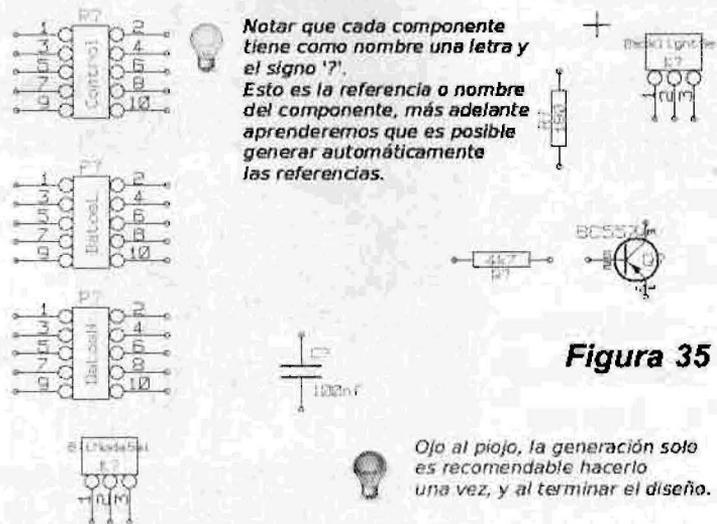
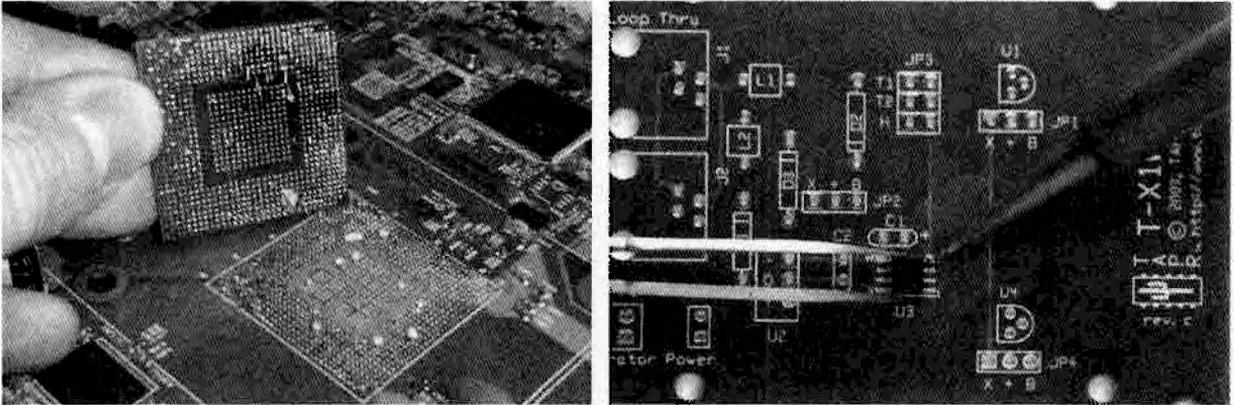


Figura 35

No es objeto de este texto explicar el funcionamiento completo de Picad, ya que estamos hablando de circuitos impresos, sin embargo, queríamos dar una pequeña introducción en base al tutorial ubicado en <http://sergiols.blogspot.com>, dirección desde la cual puede descargar el instructivo completo que le enseñará incluso, a obtener el circuito impreso. ☺



# SOLDADO Y DESOLDADO DE COMPONENTES SMD Y BGA

## INTRODUCCIÓN

*Hoy en día es fácil construir un PCB a partir de un circuito eléctrico con la asistencia de una computadora.*

*Se emplean programas CAM (computer-aided manufacturing: diseño asistido por computadora) para electrónica. Algunos son gratuitos pero los de mejores características poseen licencia paga.*

La incorporación de componentes SMD en los equipos electrónicos, trajo consigo la ventaja de poder fabricar aparatos más compactos y eficientes; y si bien esto beneficia a los usuarios, suele resultar un "calvario" para los técnicos que deben reemplazar alguno de estos componentes y no cuentan con los recursos o conocimientos necesarios. En más de una ocasión hemos mencionado en Saber Electrónica diferentes técnicas de soldado y desoldado de circuitos integrados, condensadores, resistencias o bobinas SMD, ya sea utilizando dispositivos costosos o productos químicos que suelen ser difíciles de conseguir. En este capítulo voy a exponer una forma de cambiar componentes de montaje superficial con herramientas comunes que están presentes en el banco de trabajo de todo técnico reparador. El único elemento "extraño" es una cubeta de agua con ultrasonido cuya construcción también explicaremos y que suele ser muy útil para desengrasar ciertas piezas y hasta placas de circuito

impreso. Esta técnica la aprendí en un seminario dictado hace más de 10 años en España y si bien requiere paciencia, los resultados que se obtienen son óptimos; cabe aclarar que para la elaboración de este artículo he empleado algunas fotografías tomadas de Internet y que ilustran, muy bien, diferentes pasos de la explicación.

### Los Dispositivos SMD

Los dispositivos de montaje superficial SMD o SMT (Surface Mount Technology) se encuentran cada vez con mayor proporción en todos los aparatos electrónicos, gracias a esto, la mayoría de los procesos involucrados en el funcionamiento de los diferentes equipos se ha agilizado considerablemente, trayendo como consecuencia grandes ventajas para los fabricantes que pueden ofrecer equipos más compactos sin sacrificar sus prestaciones.

Sin embargo todas estas ventajas pueden revertirse en un momento dado, cuando en la prestación de sus servicios el técnico tenga que reemplazar algunos de estos componentes.

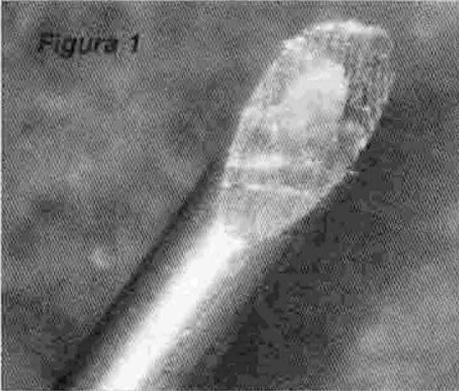
Gracias al avance de la industria química, hoy es posible conseguir diferentes productos que son capaces de combinarse con el estaño para bajar "tremendamente" la temperatura de fusión y así no poner en riesgo la vida de un microprocesador (por ejemplo), cuando se lo debe quitar de una placa de circuito impreso. Hemos "testado" diferentes productos y, en su mayoría, permiten "desoldar" un componente sin que exista el mínimo riesgo de levantar una pista de circuito impreso. El problema es que a veces suele ser difícil conseguir estos productos químicos y debemos recurrir a métodos alternativos.

Para extraer componentes SMD de una placa de circuito impreso, para el método que vamos a describir, precisamos los siguientes elementos:

**Los dispositivos de montaje superficial SMD o SMT (Surface Mount Technology) se encuentran cada vez con mayor proporción en todos los aparatos electrónicos, gracias a esto, la mayoría de los procesos involucrados en el funcionamiento de los diferentes equipos se ha agilizado considerablemente, trayendo como consecuencia grandes ventajas para los fabricantes que pueden ofrecer equipos más compactos sin sacrificar sus prestaciones.**

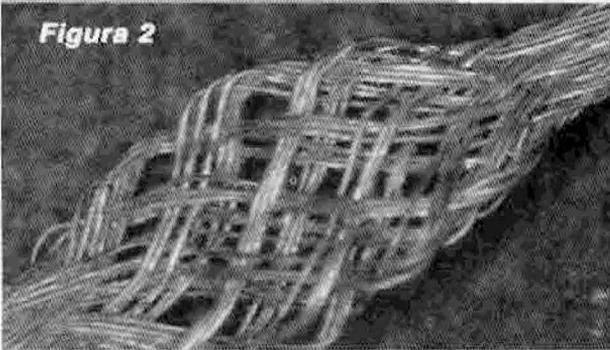
**La incorporación de componentes SMD en los equipos electrónicos, trajo consigo la ventaja de poder fabricar aparatos más compactos y eficientes; y si bien esto beneficia a los usuarios, suele resultar un "calvario" para los técnicos que deben reemplazar alguno de estos componentes y no cuentan con los recursos o conocimientos necesarios.**

Figura 1



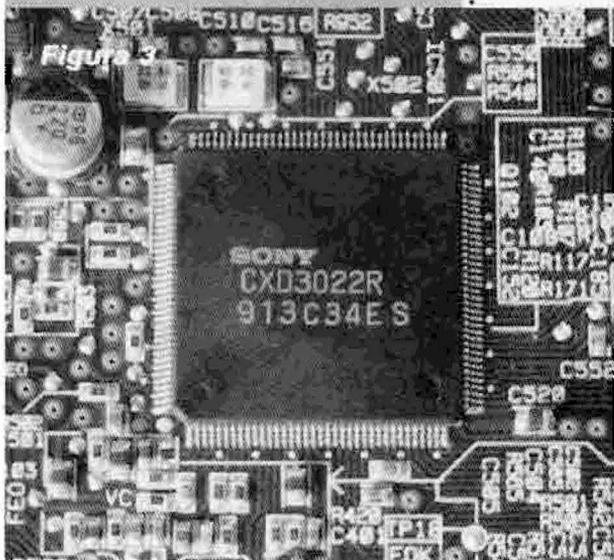
- o Soldador de 20W con punta electrolítica de 1mm de diámetro (recomendado).
- o Soldador de gas para electrónica.
- o Flux líquido.
- o Estaño de 1 a 2 mm con alma de resina.
- o Malla metálica para desoldar con flux.
- o Unos metros de alambre esmaltado de menos de 0,8mm de diámetro.
- o Recipiente con agua excitada por ultrasonidos (Opcional).

Figura 2



El flux es una sustancia que se aplica a una pieza de metal para que se caliente uniformemente dando lugar a soldaduras parejas y de mayor calidad. El flux se encuentra en casi todos los elementos de soldadura. Si corta un pedazo de estaño diametralmente (figura 1) y lo pone bajo una lupa, podrá observar en su centro (alma) una sustancia blanca amarillenta que corresponde a "resina" o flux. Esta sustancia química, al fundirse junto con el estaño facilita que éste se adhiera a las partes metálicas que se van a soldar. También puede encontrar flux en las mallas metálicas de desoldadura de calidad (figura 2), el cual hace que el estaño fundido se adhiera a los hilos de cobre rápidamente.

Figura 3



Nota: Las ilustraciones corresponden a [www.eurobotics.com](http://www.eurobotics.com)

Para explicar este método, vamos a explicar como desoldar un circuito integrado para montaje superficial tipo TQFP de 144 terminales, tal como se muestra en la figura 3.

En primer lugar, se debe tratar de eliminar todo el estaño posible de sus patas. Para ello utilizamos malla desoldante con flux fina, colocamos la malla sobre las patas del integrado y aplicamos calor con el

objeto de quitar la mayor cantidad de estaño.

Aconsejamos utilizar para este paso, un soldador de gas, de los que se hicieron populares en la década del 90 y que hoy se puede conseguir en casas de productos importados (aunque cada vez son más las casas de venta de componentes electrónicos que los trabajan).

El soldador de gas funciona con butano, tienen control de flujo de gas y es recargable (figura 4). Puede funcionar como soldador normal, soplete o soldador por chorro de aire caliente dependiendo de la punta que utilicemos. Para la soldadura en electrónica la punta más utilizada es la de chorro de aire caliente, esta punta es la indicada para calentar las patas del integrado con la malla desoldante para retirar la mayor cantidad de estaño posible.

El uso más común que se les da a estos soldadores en electrónica es el de soldar y desoldar pequeños circuitos integrados, resistencias, condensadores y bobinas SMD.

En la figura 5 vemos el procedimiento para retirar la mayor cantidad de estaño mediante el uso de una malla.

Una vez quitado todo el estaño que haya sido posible debemos desoldar el integrado usando el soldador de 25W provisto con una punta en perfectas condiciones que no tenga más de 2 mm de diámetro (es ideal una punta cerámica o electrolítica de 1 mm). Tomamos un trozo de alambre esmaltado al que le hemos quitado el esmalte en un extremo y lo pasamos por debajo de las patas (el alambre debe ser lo suficientemente fino como



Figura 4

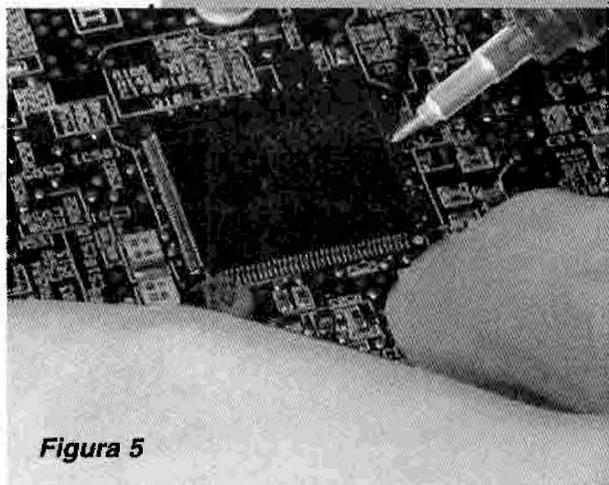


Figura 5

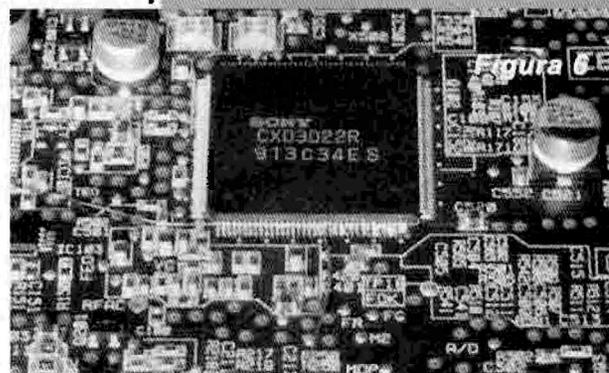


Figura 6

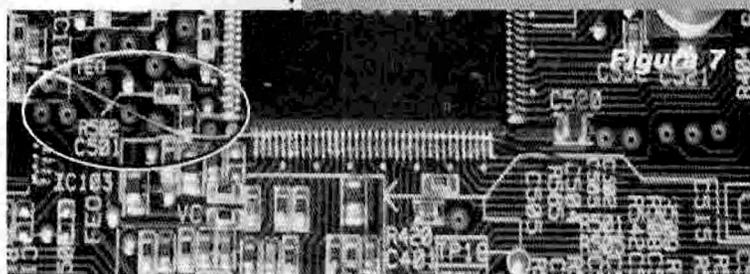


Figura 7

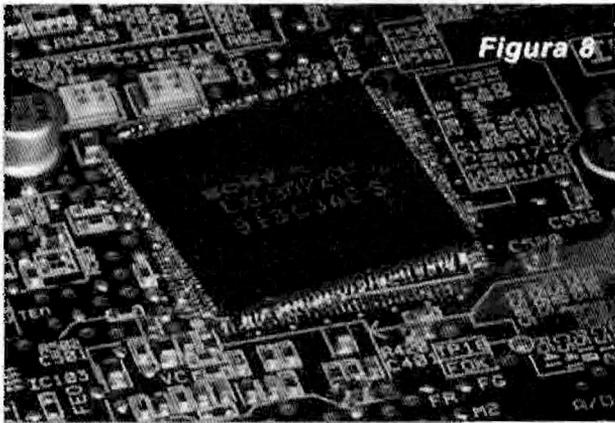


Figura 8

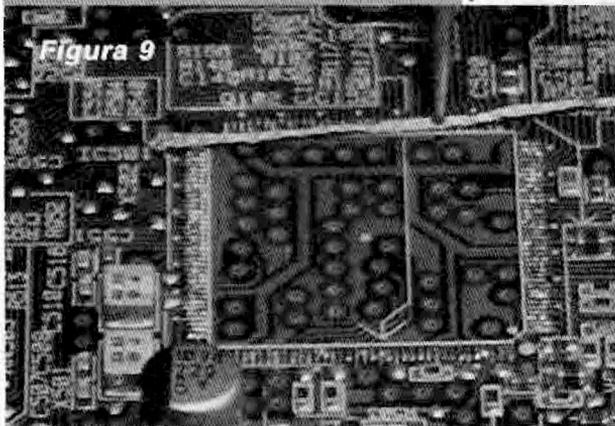


Figura 9

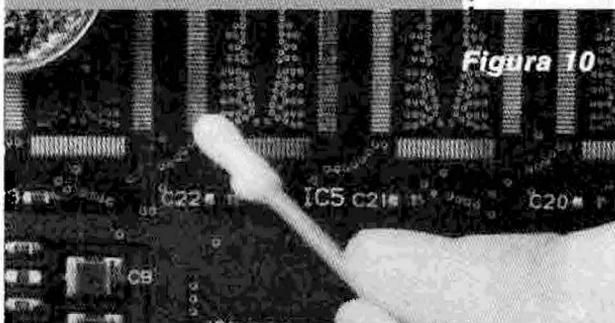


Figura 10

*Todas las ventajas de un componente SMD pueden revertirse en un momento dado, cuando en la prestación de sus servicios el técnico tenga que reemplazar algunos de estos componentes.*

para que quepa debajo de las patas del integrado, figura 6). El extremo del cable pelado se suelda a cualquier parte del PCB; con el extremo libre del alambre (cuyo otro terminal está soldado a la placa y que pasa por debajo de los pines del integrado) tiramos hacia arriba muy suavemente mientras calentamos las patas del integrado que están en contacto con él. Este procedimiento debe hacerlo con paciencia y de uno en uno, ya que corremos el riesgo de arrancar una pista de la placa (figura 7). Repetimos este procedimiento en los cuatro lados del integrado asegurándonos que se calientan las patas bajo los cuales va a pasar el alambre de cobre para separarlos de los pads.

Una vez quitado el circuito integrado por completo (figura 8) hay que limpiar los pads para quitarles el resto de estaño; para ello colocamos la malla de desoldadura sobre dichos pads apoyándola y pasando el soldador sobre ésta (aquí conviene volver a utilizar el soldador de gas, figura 9). Nunca mueva la malla sobre las pistas con movimientos bruscos ya que puede dañar las pistas porque es posible que algo de estaño la una aún con la malla.

En el caso de que la malla se quede "pegada" a los pads, debe calentar y separar cada zona, pero siempre con cuidado. Nunca tire de ella, siempre sepárela con cuidado.

Si ha trabajado con herramientas apropiadas, los pads (lugares donde se conectan las patas del integrado) deberían estar limpios de estaño y listos para que pueda soldar sobre ellos el nuevo componente, sin embargo, antes de hacerlo, es conveniente aplicar flux sobre los pads. No importa la cantidad de flux ya que el excedente lo vamos a limpiar con ultrasonido. Cabe

aclarar que hay diferentes productos químicos que realizan la limpieza de pistas de circuito impreso y las preparan para una buena soldadura. Estos compuestos pueden ser líquidos (en base a alcohol isopropílico que se aplica por medio de un hisopo común, (figura 10) o en pasta y hasta en emulsión contenida en un aplicador tipo "marcador" (figura 11).

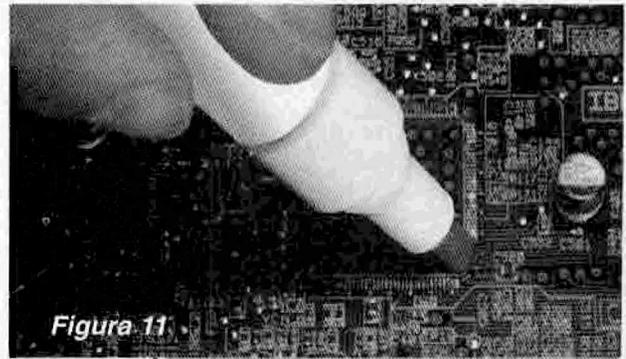


Figura 11

Luego deberemos colocar una muy pequeña cantidad de estaño sobre cada pad para que se suelde con el integrado en un paso posterior.

Una vez limpia la superficie, debemos colocar el nuevo componente sobre los pads con mucho cuidado y prestando mucha atención de que cada pin está sobre su pad correspondiente. Una vez situado el componente en su lugar acerque el soldador a un pin de una esquina del integrado hasta que el estaño se derrita y se adhiera a la pata o pin. Posteriormente repita la operación con una pata del lado opuesto. De esta manera el integrado queda inmóvil en el lugar donde deberá ser soldado definitivamente (figura 12), ahora tenemos que aplicar nuevamente flux pero ahora sobre las patas del integrado para que al aplicar calor en cada pata el estaño se funda sin inconvenientes adhiriendo cada pata con la pista del circuito impreso correspondiente y con buena conducción eléctrica.

Ahora caliente cada pata del integrado con el soldador de punta fina comprobando que el estaño se funde entre las partes a unir. Haga este proceso con cuidado ya que los pines son muy débiles y fáciles de doblar y romper. Después de soldar todos los pines revise con cuidado que todos los pines hacen buen contacto con la correspondiente pista de circuito impreso.

Ahora bien, es posible que haya colocado una cantidad importante de flux y el sobrante genera una apariencia desagradable. Para limpiarlo se utiliza un disolvente limpiador de

*Gracias al avance de la industria química, hoy es posible conseguir diferentes productos que son capaces de combinarse con el estaño para bajar "tremendamente" la temperatura de fusión y así no poner en riesgo la vida de un microprocesador (por ejemplo), cuando se lo debe quitar de una placa de circuito impreso.*

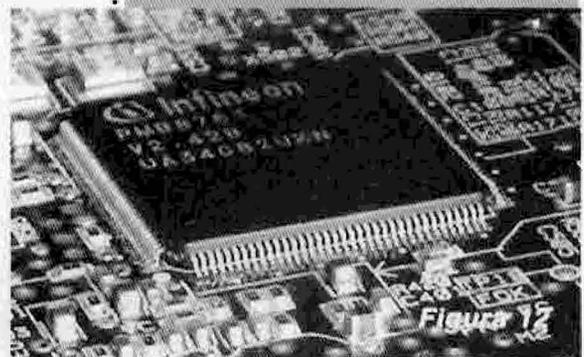


Figura 12

**Hemos "festeado" diferentes productos y, en su mayoría, permiten "desoldar" un componente sin que exista el mínimo riesgo de levantar una pista de circuito impreso.**

**Existen una barritas que ayudan a "degradar" el estaño pero, a mi entender, no son muy prácticas para principiantes.**

flux (flux remover, flux frei) que se aplica sobre la zona a limpiar. Una vez aplicado debe colocar la placa de circuito impreso dentro de un recipiente con agua (si, agua) a la que se somete a un procedimiento de ultrasonido. Un transductor transmite ultrasonido al agua y la hacen vibrar de manera que ésta entra por todos los intersticios del PCB limpiando el flux y su removedor, así como cualquier otra partícula de polvo o suciedad que pueda tener la placa. Una vez limpia se seca el PCB con aire a presión (se puede utilizar un secador de cabello) asegurándonos que no quede ningún resto de agua que pueda corroer partes metálicas.

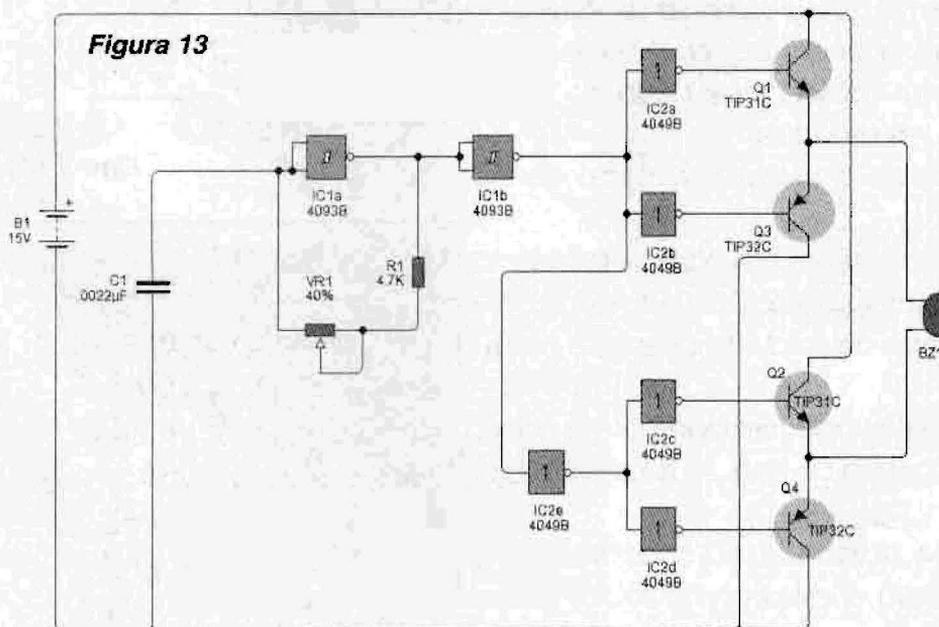
### LIMPIADOR POR ULTRASONIDO

Los ultrasonidos poseen muchas aplicaciones, entre ellas podemos mencionar la de ahuyentar roedores, la de limpiar dientes o la de quitar componentes grasos de recipientes, que suelen ser difíciles de eliminar con métodos convencionales. En este artículo describiremos un dispositivo útil para esta tercera opción.

Vamos a describir un circuito que genera señales que

son útiles para remover no sólo el flux en placas de circuito impreso sino también la suciedad de piezas de pequeño tamaño, con la ayuda de un solvente adecuado. Por ejemplo, para limpiar una pieza de hierro

**Figura 13**



oxidada, podríamos utilizar kerosene como solvente; para ello debemos introducir la pieza en un recipiente metálico con el solvente y adosar (pegar) el transductor de ultrasonido al recipiente de modo que las señales hagan vibrar al solvente o al agua en forma imperceptible para nosotros pero muy efectiva para la limpieza de la pieza.

Debemos destacar que las señales de ultrasonido, por más potencia que posean, son inocuas para el ser humano.

La base de nuestro circuito, que se muestra en la figura 13, es un oscilador del tipo Schmitt trigger construido con un integrado CMOS. La frecuencia es regulable y debe estar comprendida entre 20kHz y 70kHz.

La frecuencia apropiada dependerá del elemento a limpiar, debiendo el operador, encontrar la relación adecuada para cada caso. Por ejemplo, para limpiar piezas oxidadas, encontramos que la frecuencia aconsejada ronda los 30.000Hz, mientras que para la limpieza de elementos engrasados, se obtuvo mejor rendimiento para valores cercanos a los 50kHz.

Para limpiar el flux de una placa de circuito impreso, utilizamos un transmisor de ultrasonido de 40kHz, ajustamos la frecuencia del oscilador al valor de máxima operación del transductor y luego de 10 minutos, el resultado fué muy bueno.

La frecuencia puede ser ajustada por medio del potenciómetro P1.

La salida del oscilador se inyecta a un buffer formado por un séxtuple inversor CMOS (CD4049), que entrega la señal a una etapa de salida en puente transistorizada.

Note que el par transistorizado formado por Q1 y Q3, recibe la señal en oposición de fase, en relación con el par formado por Q2 y Q4.

Mayor rendimiento se obtiene si se cortocircuitan las bases de Q1 y Q3, pero en esta configuración se ha

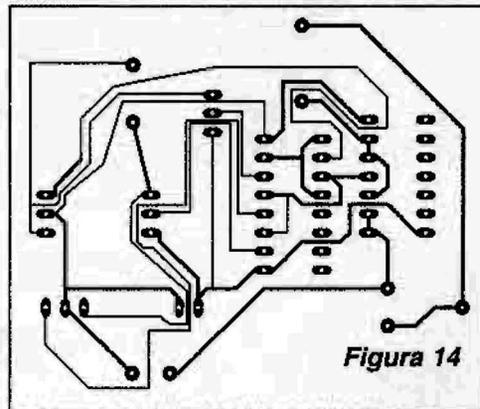
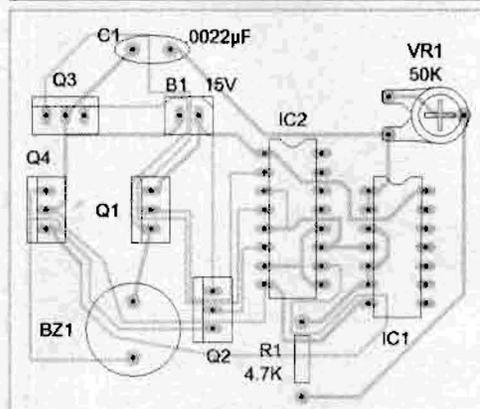
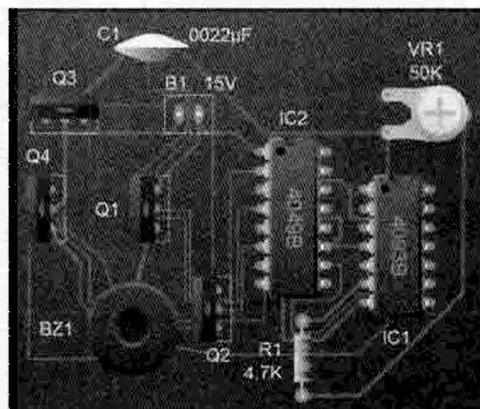


Figura 14

*El flux es una sustancia que se aplica a una pieza de metal para que se caliente uniformemente dando lugar a soldaduras parejas y de mayor calidad.*

### Lista de Materiales del Limpiador por Ultrasonido

IC1 - CD4093- Integrado

IC2 - CD4049 - Integrado

VR1 - Pre-set de 50k $\Omega$

R1 - 4k7

C1 - 0,0022 $\mu$ F - Cerámico

Varios:

Placa de circuito impreso, transductor de ultrasonido (ver texto), zócalo para los circuitos integrados, cables, estaño, etc.

notado un sobrecalentamiento de los transistores.

Si al armar el circuito, nota que existe poco rendimiento, se aconseja colocar en corto las bases de Q1 y Q3, luego se puede realizar la prueba cortocircuitando los otros dos transistores.

El transductor debe ser impermeable (puede hasta utilizar buzzers que lo sean) y en general, cualquiera para ultrasonido debiera funcionar sin inconvenientes. El circuito impreso se muestra en la figura 14 y el montaje no reviste consideraciones especiales.

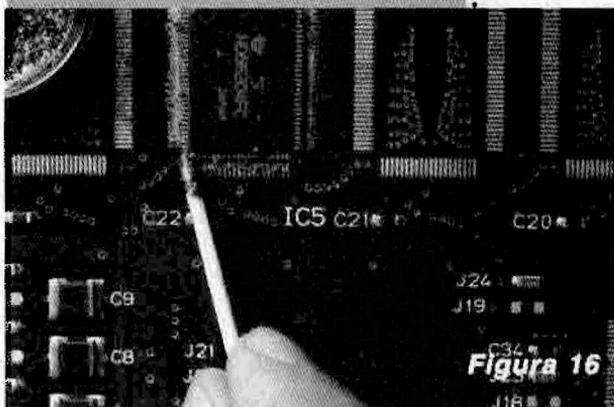
Para obtener el resultado esperado, es necesario que el transductor quede firmemente fijado al recipiente en el que se colocará la pieza a limpiar. El tiempo que demorará la limpieza dependerá de la frecuencia elegida y del tipo y tamaño de la pieza.

### PRODUCTOS QUÍMICOS PARA RETIRAR COMPONENTES SMD

Si bien son pocos los productos que se consiguen en el mercado Latinoamericano, ya hemos hablado, por ejemplo del Celta (español), del Solder Zapper (mexicano) o el Desoldador Instantáneo (argentino).

Cualquiera de ellos retira todo tipo de componentes SMD, convencionales, thru-hole, etc., sin importar el número de terminales o tipo de encapsulado de una manera muy fácil, económica, 100% seguro y sin necesidad de herramientas costosas. Si va a utilizar estos elementos, las herramientas necesarias para poder desoldar un integrado son:

- 1) Producto químico catalizador para desoldar componentes SMD (figura 15).
- 2) Líquido flux sintético antipuyente (flux antioxidante).
- 3) Soldador tipo lápiz (de 20 a 25W de



## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

potencia como máximo y que la punta de ésta sea fina y en buen estado).

4) Palillo de madera, cotonete(s), malla desoldadora, desarmador de relojero pequeño, pinzas de corte.

5) Alcohol isopropílico (como limpiador).

6) Pulsera antiestática o mesa antiestática.

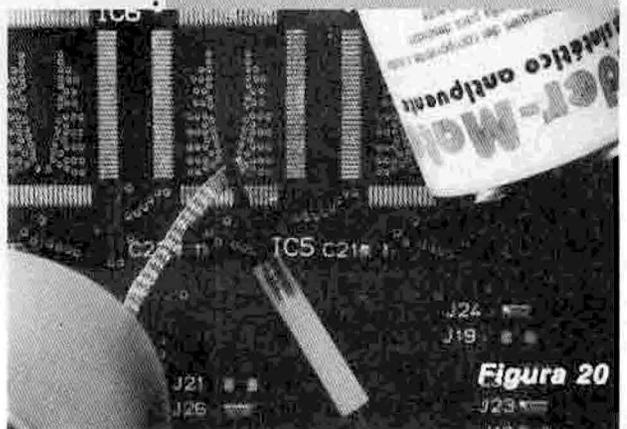
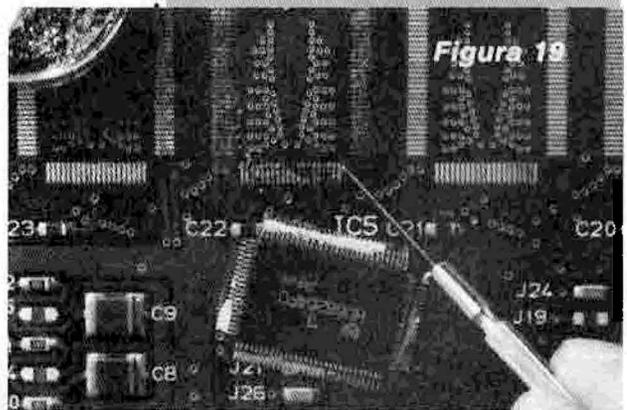
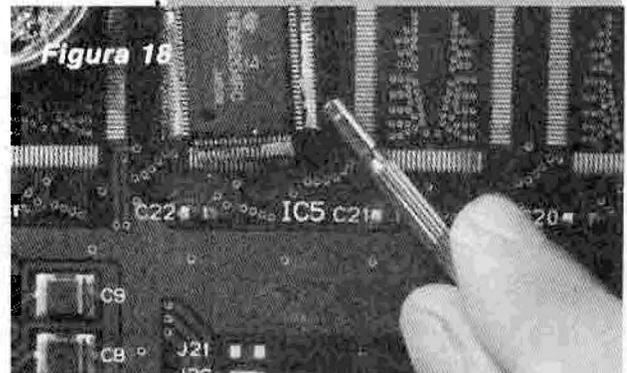
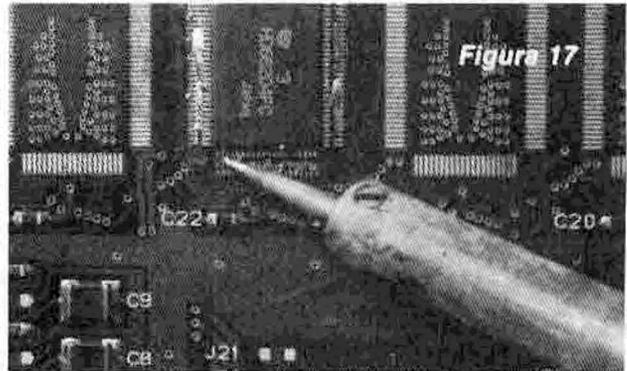
### PROCEDIMIENTO GENERAL PARA RETIRAR UN COMPONENTE SMD

Controlamos la temperatura del soldador (25 watts como máximo) y aplicamos una pequeña cantidad del producto catalizador en los terminales del componente que vamos a retirar con un palillo (figura 16).

Luego damos calor con el soldador (recuerde: 25W máximo) en todas las terminales (figura 17) sin preocuparnos de que se vaya a enfriar el estaño. Una vez que "pasamos" el soldador por todos los terminales levantamos suavemente el componente por un extremo usando un destornillador de relojero pequeño (figura 18).

Este proceso no es para nada difícil y el componente se desprende "como por arte de magia". Una vez que retiramos el componente podemos comprobar que no se produjo ningún daño en el circuito impreso (figura 19).

Lógicamente, tanto en el integrado como en la placa de circuito impreso quedan residuos de la "pasta" que se formó con el estaño y el catalizador. Para retirar esos residuos, colocamos flux antioxidante en una malla desoldadora, tal como se muestra en la figura 20 y retiramos todos los restos, pasando la malla y el soldador tanto sobre



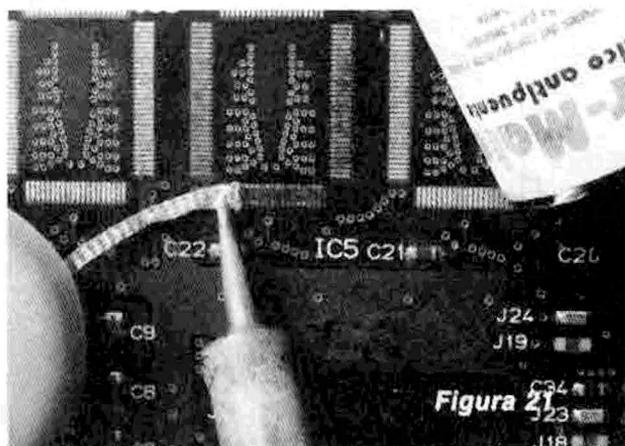


Figura 21

el circuito como sobre la placa de circuito impreso (figura 21).

Con un cotonete embebido en alcohol isopropílico, limpiamos el área y queda listo para soldar un nuevo componente (figura 22). Podemos recuperar los componentes retirados, pasando el soldador y la malla con el flux sintético antipuente sobre todos los terminales del componente y limpiándolo con el alcohol isopropílico (figura 23).

El componente ya puede usarse nuevamente.

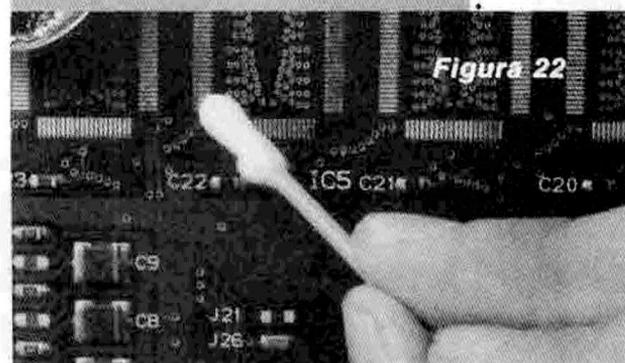


Figura 22

### PROCEDIMIENTO ESPECIAL PARA RETIRAR COMPONENTES PEGADOS AL CIRCUITO IMPRESO

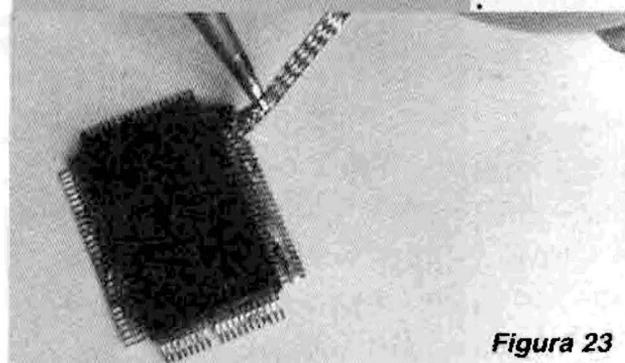
En algunas oportunidades encontramos componentes pegados al circuito impreso con pegamento epóxico ó con resina. Normalmente, los catalizadores en venta en los comercios contienen sustancias capaces de retirarlos, para lo cual se debe seguir un procedimiento como el que describimos a continuación:

Primero realizamos los primeros pasos que anunciamos en el procedimiento anterior.

Se coloca el catalizador en la malla desoldadora y la pasamos junto con el soldador sobre las terminales y las pistas del circuito

Figura 23

impreso, hasta que hayamos retirado todos los residuos. Luego nos colocamos un lente con iluminación (para ver correctamente lo que hacemos) y usando un afiliter, movemos suavemente cada uno de los terminales, asegurándonos que estén desoldados. Si todos los terminales están sueltos, hacemos palanca suavemente y el componente saldrá sin ninguna dificultad. Para finalizar, pasamos la malla y el soldador para quitar los residuos y limpiamos con un cotonete con alcohol.



*Una vez quitado todo el estaño que haya sido posible debemos desoldar el integrado usando el soldador de 25W provisto con una punta en perfectas condiciones que no tenga más de 2 mm de diámetro.*

### PROCEDIMIENTO PARA RETIRAR COMPONENTES CONVENCIONALES TIPO THRU-HOLE

Nos referimos a terminales que están soldados en ambas caras del circuito impreso.

En ambas caras aplicamos los primeros pasos anunciados en el primer procedimiento. Colocamos flux antioxidante a la malla desoldadora y pasamos en una cara del circuito la malla y el soldador sobre los terminales y las pistas hasta retirar todos los residuos.

Hacemos lo mismo en la otra cara. Nos aseguramos con el alfiler que los terminales estén sueltos y usando uno o dos destornilladores de relojero pequeño (según el caso) lo levantamos suavemente. Una vez que retiramos el componente, observamos que no se haya producido algún daño en ninguna de las dos caras del circuito impreso. También en este caso pasamos la malla y el soldador hasta quitar todos los restos y limpiamos con el cotonete con alcohol, la superficie.

### CÓMO DESOLDAR Y SOLDAR UN COMPONENTE TQFP

Describimos la experiencia de Ricardo Lugo al soldar y desoldar componentes tipo TQFP (SMD de muchas patas) en base a un artículo tomado de Internet y que el Sr. Lugo coloca como referencia al final del artículo. Como ejemplo se explica como soldar un integrado en formato TQFP con 80 pines, un dsPIC 30F6014.

El método es autodidacta por lo que seguramente habrá alguna forma más metódica, profesional y rápida de hacerlo, pero así es como yo lo hago.

En mi experiencia no hizo falta un soldador con una punta superfina, ni una estación de soldadura profesional ni cosas raras. Tampoco hizo falta usar estaño ultrafino. Evidentemente con herramientas de este tipo seguramente será más fácil, pero suelen ser elementos caros. Las herramientas que se utilizaron en esta experiencia son:

*Para desoldar un componente SMD tomamos un trozo de alambre esmaltado al que le hemos quitado el esmalte en un extremo y lo pasamos por debajo de las patas (el alambre debe ser lo suficientemente fino como para que quepa debajo de las patas del integrado).*

*El extremo del cable pelado se suelda a cualquier parte del PCB; con el extremo libre del alambre (cuyo otro terminal está soldado a la placa y que pasa por debajo de los pines del integrado) tiramos hacia arriba muy suavemente mientras calentamos las patas del integrado que están en contacto con él.*

*Este procedimiento debe hacerlo con paciencia y de uno en uno, ya que corremos el riesgo de arrancar una pista de la placa.*

**Una vez quitado el circuito integrado por completo hay que limpiar los "pads" para quitarles el resto de estaño; para ello colocamos la malla de desoldadura sobre dichos pads apoyándola y pasando el soldador sobre ésta (aquí conviene volver a utilizar el soldador de gas).**

**Nunca mueva la malla sobre las pistas con movimientos bruscos ya que puede dañar las pistas porque es posible que algo de estaño la una aún con la malla.**

**En el caso de que la malla se quede "pegada" a los pads, debe calentar y separar cada zona, pero siempre con cuidado. Nunca tire de ella, siempre sepárela con cuidado.**

- o Un soldador
- o Estaño de 1mm.
- o Flux
- o Pinzas o pegamento de contacto + destornillador
- o Detector de continuidad (multímetro)
- o Pinzas para sujetar la plaqueta,
- o Lupa

En primer lugar limpie la placa PCB con alcohol isopropílico (en especial las pistas de la placa). Es vital que no queden restos de resina sobre el cobre o de lo contrario la soldadura será imperfecta.

A continuación estañe la zona de las pistas que entrará en contacto con los pines del microcontrolador. En esta maniobra procure que las pistas no se contacten por exceso de estaño. A continuación limpie la punta del soldador, eche flux en la zona a soldar y recoja el sobrante de estaño con el soldador. Repita esta maniobra de limpieza hasta que sólo quede estaño en las pistas. Una maniobra más rápida para conseguir este propósito es el siguiente:

- 1) Ponga la placa en posición vertical, puede sujetarla con una pinza de puntas.
- 2) Estañe una fila de pistas sobre las que apoyará luego los pines de un lateral del microcontrolador. La fila que quiera estañar tendrá que estar en posición vertical. Acerque estaño a la parte superior de la fila de pistas que vas a estañar.
- 3) Acerque el soldador y empiece a derretir estaño de manera que se forme una bola derretida sobre la punta del soldador y en contacto permanente con las pistas.
- 4) Vaya bajando el conjunto soldador-estaño recorriendo las pistas y manteniendo la bola derretida en la punta con un tamaño considerable, una buena gota. Si deja de meter estaño desde el rollo verá que la gota pierde su brillo y es entonces cuando se empiezan a contactar las pistas, por lo que no debe descuidar "ali-

## FABRICACIÓN DE PROYECTOS ELECTRÓNICOS

mentar" siempre la gota con estaño limpio. Mientras esté brillante, el recorrido hacia abajo será igual de brillante.

5) Una vez que llegue abajo del todo retire el estaño y el soldador y podrá sacudir la gota sobrante.

6) Si le queda algo de estaño en la placa, puede usar el método de limpiar con flux explicado antes, pero ahora un poco más rápido: caliente la zona y dé un golpe seco con el canto de la placa sobre la mesa de trabajo, con la placa en posición vertical. Al estar derretido, el estaño sobrante se caerá, pero lo que está en las pistas no se desprenderá.

La figura 24 muestra una foto del acabado una vez estañada la PCB.

Para la colocación del integrado es importante situar el microcontrolador en su posición correcta, asegurando un alineado perfecto de los pines con sus pistas correspondientes.

Según la forma del micro (o componente) será factible o no tomarlo con pinzas y "posarlo" sobre la placa.

En los casos en los que no sea posible, use el método del "destornillador y el pegamento". Esto consiste en colocar un poco de cemento de contacto sobre un destornillador con punta plana y "pegarlo" al componente, dejar secar unos minutos y listo (figura 25). Ahora podrá sostener el micro sobre el lugar de soldado con mayor facilidad. Luego suelde uno o dos pines de una esquina, sin añadir estaño, sólo apretando el pin con el soldador (con la punta limpia) sobre la placa estañada. Verá cómo el estaño sube por el pin y brilla (figura 26).

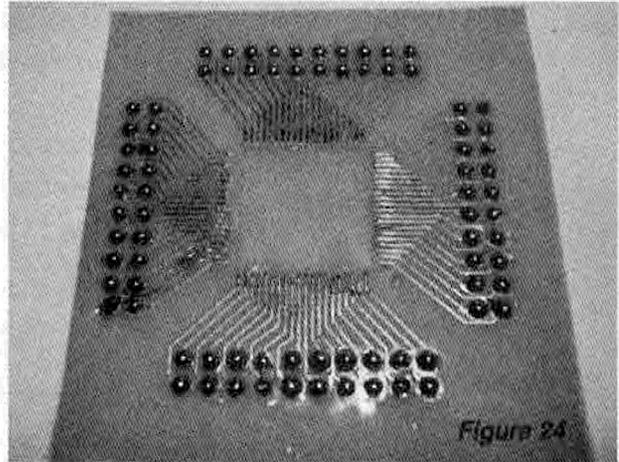


Figura 24

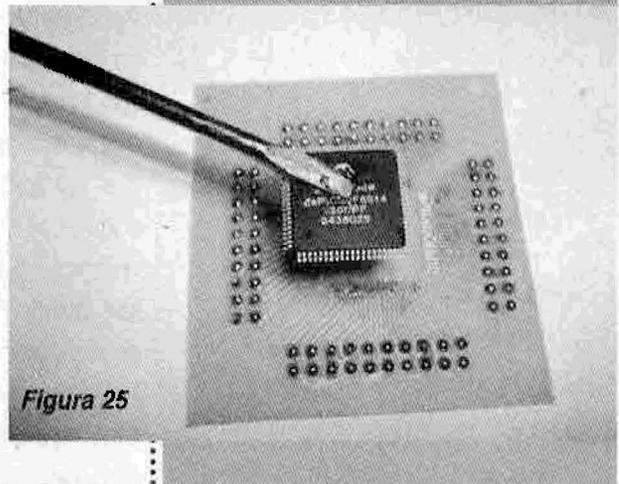


Figura 25

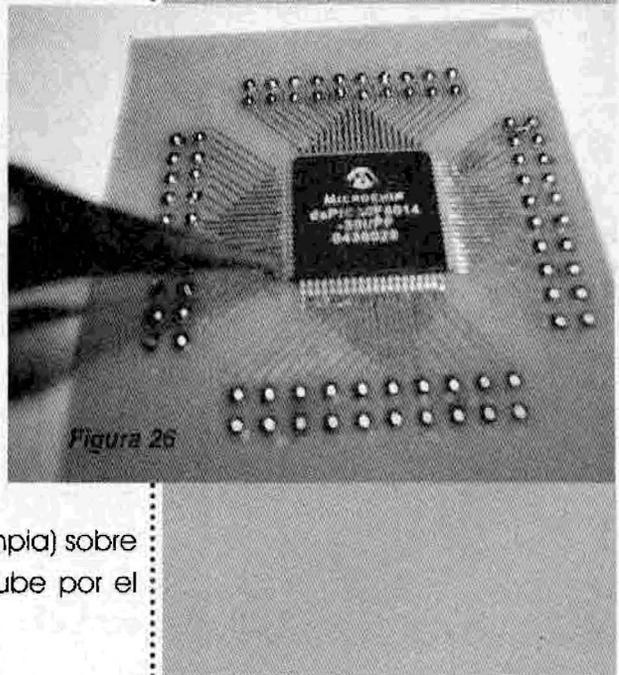


Figura 26

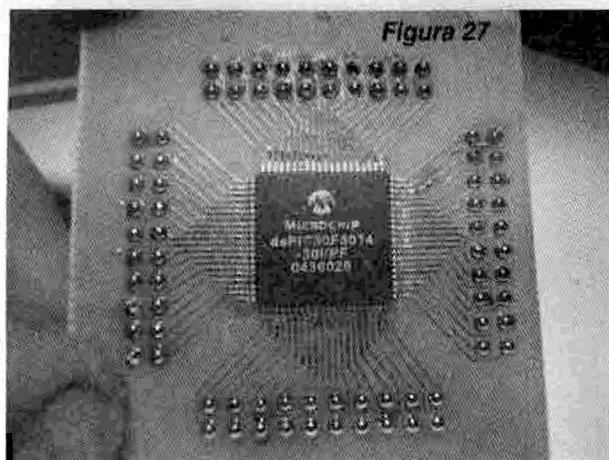


Figura 27

*Por tratarse de un proceso delicado, es preferible que se practique el método con algunas placas inservibles, a fin de familiarizarse con los materiales, herramientas y tiempos de trabajo.*

*Si desea más información sobre este tema puede dirigirse a nuestra web: [www.webelectronica.com.mx](http://www.webelectronica.com.mx) haga clic en el icono password e ingrese la clave "retismd", encontrará un par de archivos que le explican variantes a los procedimientos descritos y la forma de retirar y soldar componentes pasivos sin herramientas profesionales*

Una vez que el micro ya no se cae, al estar sujeto por una esquina, repase bien todos los pines para asegurar que están en su sitio. Si lo están, empiece a soldarlos, siguiendo el mismo método antes descrito: soldador con la punta limpia y calentando pin a pin hasta que el estaño suba por cada pata.

Para evitar movimientos que puedan "des cuadrar" el micro empiece soldando por el pin de la esquina opuesta al pin que soldé primero.

Terminado el soldado de la totalidad de las patas debe comprobar que el proceso haya sido realizado con éxito, para ello coloque el multímetro en modo de comprobación de continuidad y compruebe pin a pin que está bien soldado en su pista correspondiente y que no contacta con ninguno de los dos pines que tiene a los lados.

Si un pin no contacta bien con su pista, vuelva a calentar con el soldador. Si el pin está contactado con alguno de al lado, moje la zona con flux y límpiela con el soldador. En la figura 27 puede ver una foto del proceso terminado.

Más información sobre este método la puede encontrar en:

<http://imiarroba.com/foros/ver.php?foroid=58527&temaid=3860862>

Como conclusión, le sugerimos que trabaje en un área bien ventilada, limpia y despejada; y si es posible, que utilice un extractor de vapores para soldador.

También le recomendamos el uso de una pulsera antiestática, un banco de trabajo, anteojos protectores y, para resultados más precisos, una lámpara con lupa. No utilice soldadores de demasiada potencia (25 watts máximo), ya que esto dañaría las pistas del circuito impreso; también es recomendable que la punta del soldador sea fina y esté en perfecto estado.

### Los COMPONENTES BGA

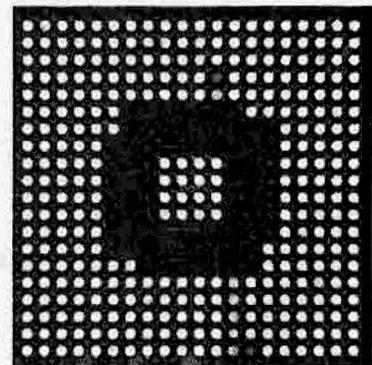
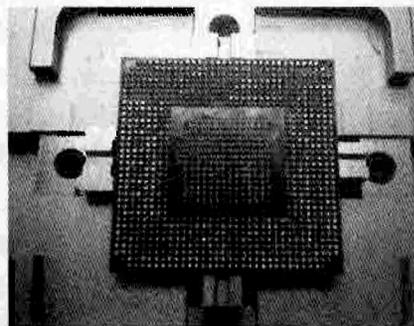
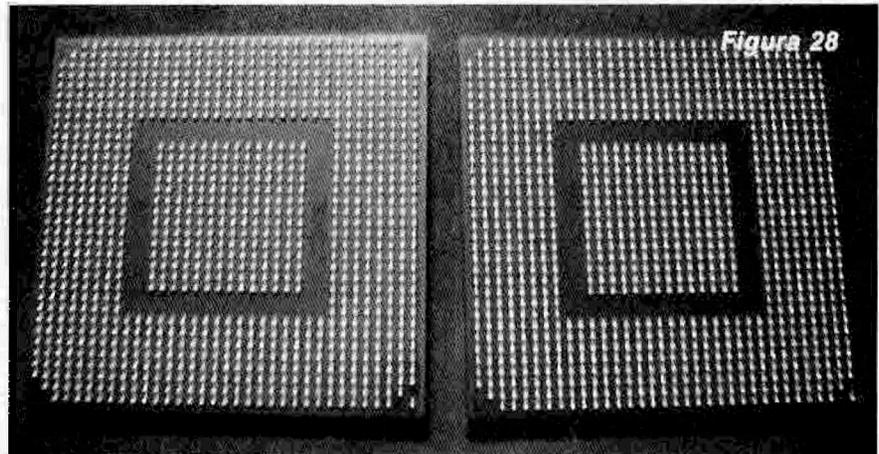
#### Introducción

A grandes rasgos, podemos decir que un componente SMD es un circuito integrado que se monta directamente sobre el impreso mientras que un componentes BGA es un conjunto de partes (integrados, resistencias, capacitores) de diminutas dimensiones soldados sobre un impreso y que se comercializan como "un todo". Las conexiones BGA (Ball Grid Array) son soldaduras cuyo fin es unir un componente a la placa

base de un equipo informático por medio de una serie de bolitas de estaño. Son usadas comúnmente en la producción y fijación de placas base para ordenadores y la fijación de microprocesadores ya que los mismos suelen tener una cantidad muy grande de terminales los cuales son soldados a conciencia a la placa base para evitar la pérdida de frecuencias y aumentar la conductividad de los mismos.

Hoy en día, los BGAs y Chip Scale Packages (CSPs) con menos de 100 pines son comunes por su bajo costo y su capacidad de disipar calor. Los BGAs con más de 100 pines son típicos también.

El BGA está llegando a ser tan común como el QFP. La mayoría de las placas tienen al menos uno, siendo típico entre 10 a 20 por placa. Hoy un PCB complejo puede tener entre un 25 y 50 por ciento de sus soldaduras en BGAs. Incluso con un proceso de ensamblaje



*Un componente SMD es un circuito integrado que se monta directamente sobre el impreso mientras que un componentes BGA es un conjunto de partes (integrados, resistencias, capacitores) de diminutas dimensiones soldados sobre un impreso y que se comercializan como "un todo".*

*Las conexiones BGA (Ball Grid Array) son soldaduras cuyo fin es unir un componente a la placa base de un equipo informático por medio de una serie de bolitas de estaño.*

*Se usan en la producción y fijación de placas base para ordenadores y la fijación de microprocesadores ya que los mismos suelen tener una cantidad muy grande de terminales los cuales son soldados a conciencia a la placa base para evitar la pérdida de frecuencias y aumentar la conductividad de los mismos.*

*Los dispositivos BGA y Chip Scale Packages (CSPs) con menos de 100 pines son comunes por su bajo costo y su capacidad de disipar calor. Los BGAs con más de 100 pines son típicos también.*

bien caracterizado y controlado, seguro que se producirán defectos de soldadura en los BGAs sin que haya un método de inspección visual disponible.

Este encapsulado posee unos pines que son con forma de bolas ubicadas por la superficie del dispositivo. Al distribuir de esta manera los pads, aunque se reduce el tamaño final del dispositivo, la soldadura deja de ser visible, dificultando el testeado del conjunto. Una gran ventaja que tiene este tipo de encapsulado es la distribución aleatoria que pueden tener los pines de GND y VCC, con lo cual se minimizan problemas de integridad de señal y de suministro de energía.

El BGA es normalmente un componente caro y a menudo tiene que ser limpiado después de quitarlo de la placa, figura 28. Existe un riesgo significativo de desechar el montaje entero, por un daño inevitable en la placa PCB.

### LAS SOLDADURAS BGA

Para proceder al soldado se utiliza un patrón o plantilla para ubicar las soldaduras en posición y un horno para fijarlas primero al componente y después a la placa base.

Las bolitas pueden cambiar de calibre ya que por unidades siempre se utilizan referencias milimétricas, es decir: tienen calibres que van desde 0.3 hasta 1.5 mm de diámetro por lo cual se requieren varios tipos de plantillas para lograr una distribución pareja de la soldadura al momento de fijarla a la placa base.

En la actualidad las soldaduras tipo BGA son usadas en componentes electrónicos diversos como los teléfonos móviles y los ordenadores portátiles. Últimamente se han empezado a implementar en otras industrias como la ingeniería eléctrica y la fabricación de módulos de fricción al calor.

En todos los encapsulados BGA una bola de soldadura está unida al encapsulado en cada posición de la rejilla.

lla de soldadura (grid). Esta unión se efectúa antes de que se incorpore el IC al encapsulado. Durante el ensamblaje se utilizan pastas para soldar las bolas a la placa.

Las bolas de soldadura fundibles (eutécticas) se funden y se fusionan durante el proceso de soldadura con las pastas. Estos encapsulados están normalmente hechos del mismo material que las placas impresas y son los más baratos y populares. Las bolas de soldadura no fundibles (no-eutécticas) están hechas de una aleación que no se funde durante el ensamblaje. La pasta de soldadura suelda estas bolas a la placa. Esta técnica se utiliza muy a menudo en encapsulados cerámicos más caros que requieren un espacio vertical en placa más grande para disponer de un mayor alivio de carga.

La figura 29 muestra cómo queda una soldadura bien hecha en un componente BGA mientras que la figura 30 muestra los efectos de un precalentamiento inadecuado con daños en el encapsulado y en el circuito impreso.

### TRABAJANDO CON COMPONENTES BGA

El Ball Grid Array (BGA) surge con el pensamiento de "pasar" de un encapsulado de periferia lineal para la interconexión a un array bi-dimensional con el objeto de poder realizar más interconexiones en el mismo espacio y

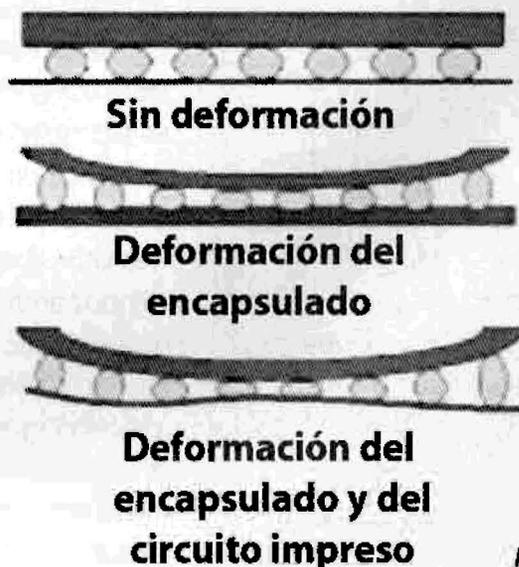
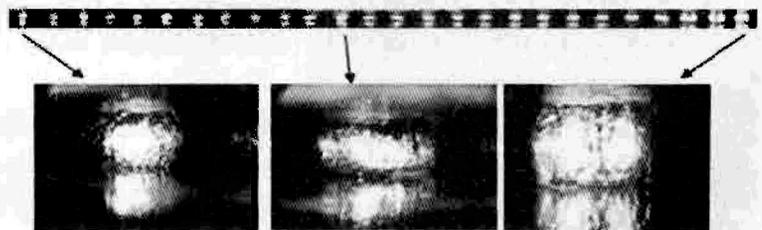
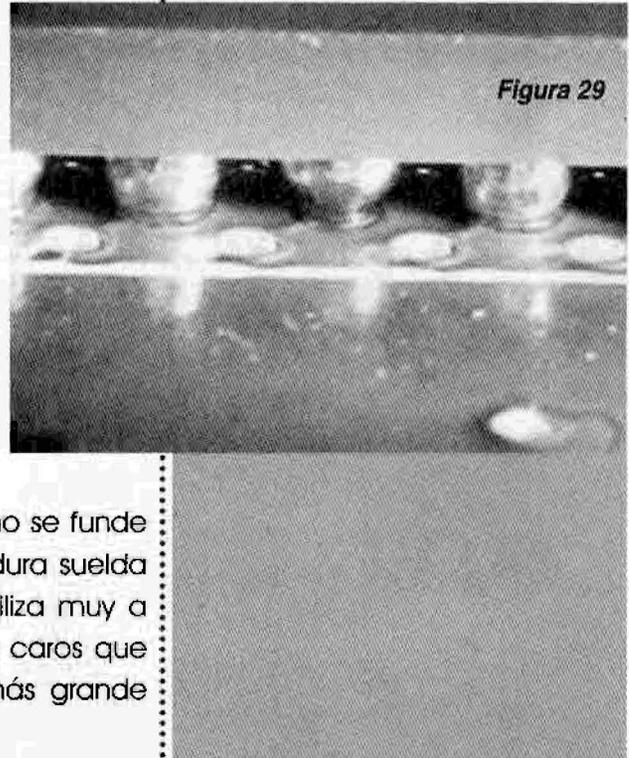


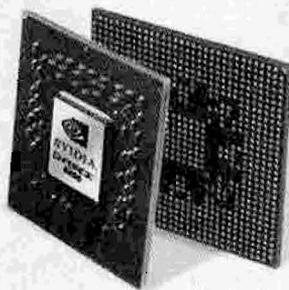
Figura 30

*La mayoría de las placas electrónicas actuales tienen al menos un componente BGA, siendo típico entre 10 a 20 por placa. Hoy un PCB complejo puede tener entre un 25 y 50 por ciento de sus soldaduras en BGAs.*

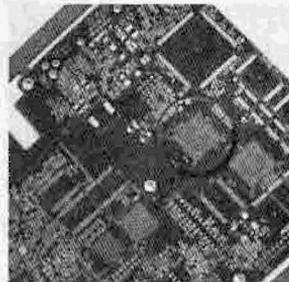
*Incluso con un proceso de ensamblaje bien caracterizado y controlado, seguro que se producirán defectos de soldadura en los BGAs sin que haya un método de inspección visual disponible.*

con un espaciado mayor comparado con aquellos utilizados en tecnologías de montajes superficiales antiguas.

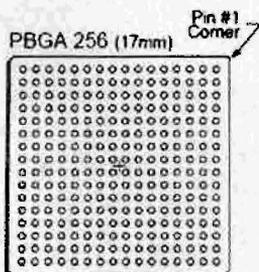
El BGA es descendiente de la pin grid array (PGA) que, como dijimos, es un paquete con un rostro cubierto (o parcialmente cubierto) con pines en un patrón de cuadrícula. Estos métodos se utiliza para comunicar el circuito integrado con la placa de circuito impreso o PCB. En un componente BGA, los pines se sustituyen por bolas de soldadura pegada a la parte inferior del paquete. El dispositivo se coloca en un PCB que lleva pads de cobre en un patrón que coincida con las bolas de soldadura. El circuito se calienta, ya sea en un horno de reflujo o por un calentador de infrarrojos, lo que produce que las bolas de soldadura se derritan y se unan al circuito impreso. Es decir y para entenderse, que el circuito integrado BGA es posicionado en un PCB. en el PCB existen unos pads que son los pines de unión entre el PCB y el integrado o componente que



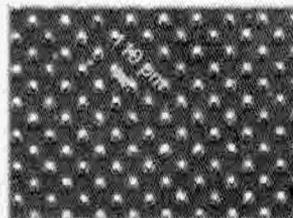
**Módulo BGA**



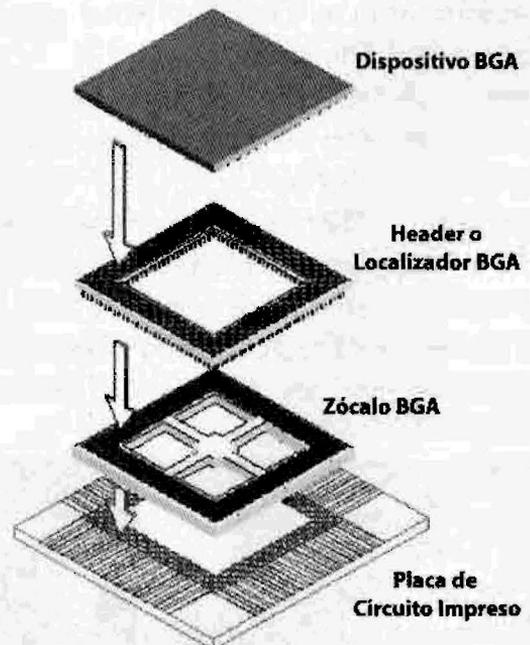
**Ubicación de un BGA en el circuito impreso**



**Localización de pines en un BGA**



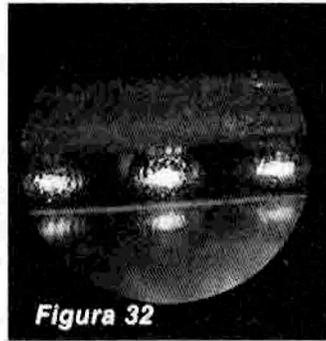
**La distancia entre conexiones puede ser del orden de 0,1 mm**



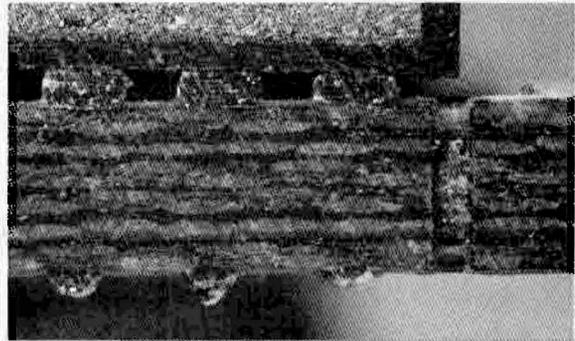
**Colocación de un BGA en la placa de circuito impreso**

**Figura 31**

está en el módulo BGA. Cuando calentamos esta zona las bolas de estaño o el estaño en pasta funde y une al circuito integrado con el PCB cuando el estaño se enfría.



**Figura 32**



En la figura 31 podemos observar cómo es un componente BGA, cómo se localizan sus pines y uno de los métodos de colocación en una base, zócalo o estén-cil. Quizá uno de los aspectos más importantes a considerar en el uso de esta tecnología es la forma en que se van a soldar los componentes y cómo debe ser la soldadura. En la figura 32 podemos ver cómo queda una soldadura bien realizada (izquierda) y la imagen de un trozo de circuito impreso con un componente BGA bien soldado y cortado a láser mientras que en la figura 33 podemos ver la diferencia entre una buena soldadura, una soldadura fría y una soldadura mal realizada por estaño insuficiente.

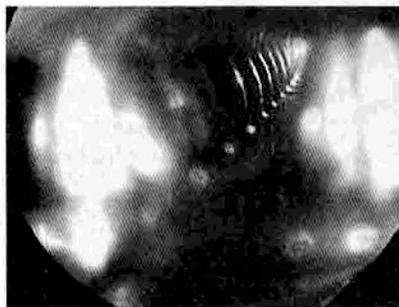
El BGA es una solución para el problema de producir un PCB en miniatura para un circuito integrado con varios centenares de pines.

Permite el uso de mayor número de pines en forma de bola o PADS para un circuito integrado, que era una de las limitantes en los componentes SMD, que no dejan de ser circuitos integrados con pines, patas o conexiones convencionales, a diferencia del BGA donde las

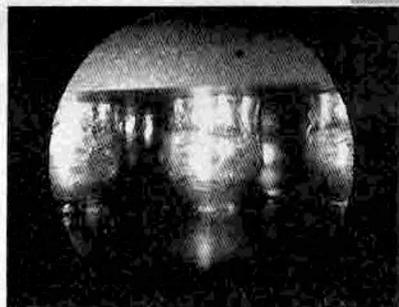
*El BGA es normalmente un componente caro y a menudo tiene que ser limpiado después de quitarlo de la placa.*

*Existe un riesgo significativo de desechar el montaje entero, por un daño inevitable en la placa PCB.*

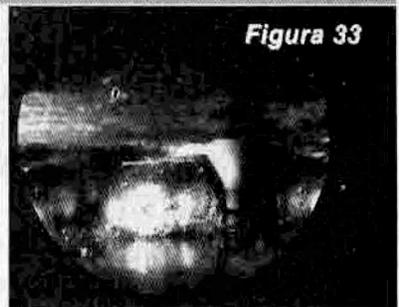
*Para proceder al soldado de un BGA se utiliza un patrón o plantilla para ubicar las soldaduras en posición y un horno para prefijarlas primero al componente y después a la placa base.*



Vista cercana de una soldadura bien hecha



Soldadura fría



**Figura 33**

Rotura por bola de estaño insuficiente

*Las soldaduras son en forma de bolitas. Las bolitas pueden cambiar de calibre ya que por unidades siempre se utilizan referencias milimétricas, es decir: tienen calibres que van desde 0.3 hasta 1.5 mm de diámetro por lo cual se requieren varios tipos de plantillas para lograr una distribución pareja de la soldadura al momento de fijarla a la placa base.*

*En la actualidad las soldaduras tipo BGA son usadas en componentes electrónicos diversos como los teléfonos móviles y los ordenadores portátiles. Últimamente se han empezado a implementar en otras industrias como la ingeniería eléctrica y la fabricación de módulos de fricción al calor.*

*En todos los encapsulados BGA una bola de soldadura está unida al encapsulado en cada posición de la rejilla de soldadura (grid). Esta unión se efectúa antes de que se incorpore el IC al encapsulado. Durante el ensamblaje se utilizan pastas para soldar las bolas a la placa.*

bolas pueden ser de menor tamaño (aunque requiera mayor experiencia a la hora de realizar el soldado).

Soldar un componente BGA en fábricas no es ningún problema, ya que se tienen máquinas automatizadas.

Una ventaja adicional de los paquetes BGA sobre los paquetes con pistas discretas (es decir, SMD) es la menor resistencia térmica entre el paquete y el PCB. Esto permite que la corriente generada por el circuito integrado llegue más fácilmente al PCB.

Cuanto más corto es un conductor eléctrico, menor será su inductancia, una propiedad que provoca una distorsión no deseada de las señales en los circuitos electrónicos de alta velocidad. Los BGA, debido a su corta distancia entre el circuito integrado y el PCB, poseen inductancias distribuidas muy bajas y, por lo tanto, tienen mucho rendimiento eléctrico... muy superior a los dispositivos de plomo.

Pero no todas son ventajas, una desventaja de la BGA, sin embargo, es que las bolas de soldadura no son muy flexibles. Como con todos los dispositivos de montaje superficial, hay flexión, debido a una diferencia en el coeficiente de dilatación térmica entre el sustrato PCB y BGA (estrés térmico), o la flexión y la vibración (tensión mecánica) que puede causar fracturas en las uniones o soldaduras. Es decir, se produce un efecto de contracción y expansión en la transición frío calor.

Los problemas de dilatación térmica se pueden superar si se hace coincidir las características mecánicas y térmicas del componente BGA con el material de la placa de circuito impreso donde se lo va a emplear, característica que se tiene en cuenta a la hora del diseño de sistemas o equipos que van a emplear componentes BGA.

Típicamente, los dispositivos de plástico BGA tiene características más parecidas a las de un PCB común. Es decir, existe similitud y compatibilidad de PCB con BGA.

Los problemas de estrés mecánico pueden ser superados por la vinculación de los dispositivos al impreso a

través de un proceso llamado "de llenado", que inyecta una mezcla de epoxy en el marco del dispositivo después de que se ha soldado a la PCB, y que existe contacto de manera eficaz entre el dispositivo BGA y la PCB.

Existen varios tipos de materiales de relleno en virtud de

su uso con diferentes propiedades en relación con la aislación y la transferencia térmica: estos materiales son tipo plástico antiestático, muy parecido a una goma o similar al pegamento, figura 34.

Lo malo de este tipo de sellado es que es bastante sucio y requiere precalentar mas tiempo el PCB, además, desprende un gas poco saludable.

Volver a rellenar el BGA es mas fácil pero quitar estos componentes no es muy bueno para la salud, si lo hace en casa. Por ello, debe tomar precauciones (barbijos, protectores, ambiente ventilado, extractores, etc.). Para que se entienda, cuando se los quita, parece que hubiera chicle entre BGA e impreso y muchas veces despega los pads del impreso. Si los BGA posee integrados de muchas conexiones y los pads han sufrido daño, al volver

a soldar el componente en la PCB se pueden tener soldaduras mal hechas o quebradas, como las que se ven en la figura 35. Las roturas se

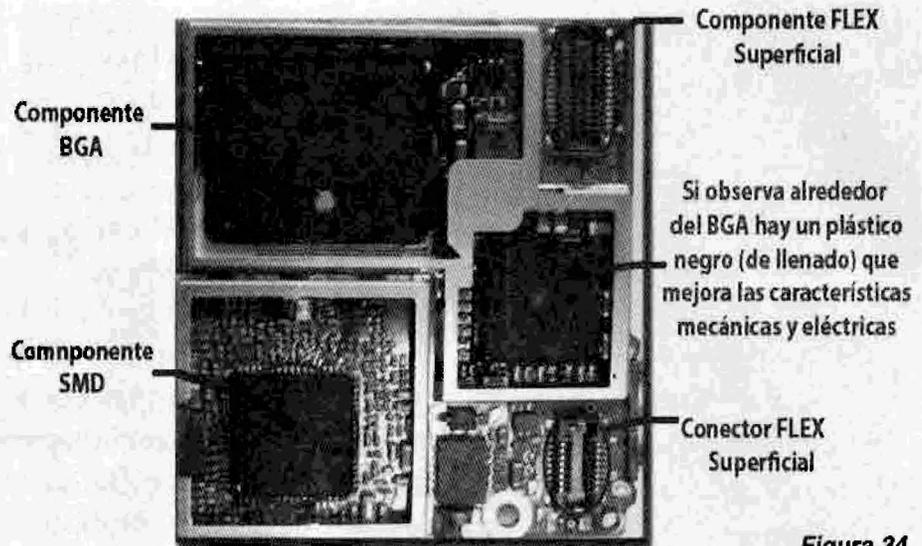


Figura 34

*En el proceso de soldado, las bolas de soldadura fundibles (eutécticas) se funden y se fusionan durante el proceso de soldadura con las pastas.*

*Estos encapsulados están normalmente hechos del mismo material que las placas impresas y son los más baratos y populares.*

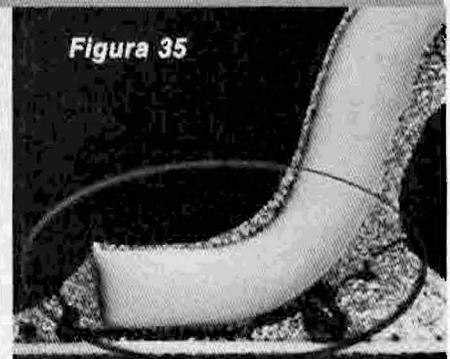


Figura 35

*Las bolas de soldadura no fundibles (no-eutécticas) están hechas de una aleación que no se funde durante el ensamblaje. La pasta de soldadura suelta estas bolas a la placa.*

*Esta técnica se utiliza muy a menudo en encapsulados cerámicos más caros que requieren un espacio vertical en placa más grande para disponer de un mayor alivio de carga.*

producen por cambios de temperatura bruscos o por el tiempo mismo del PCB. Las PCB en verano e invierno sufren de distinta manera e, incluso, si el chip se calienta pueden producirse este tipo de desgaste del PCB.

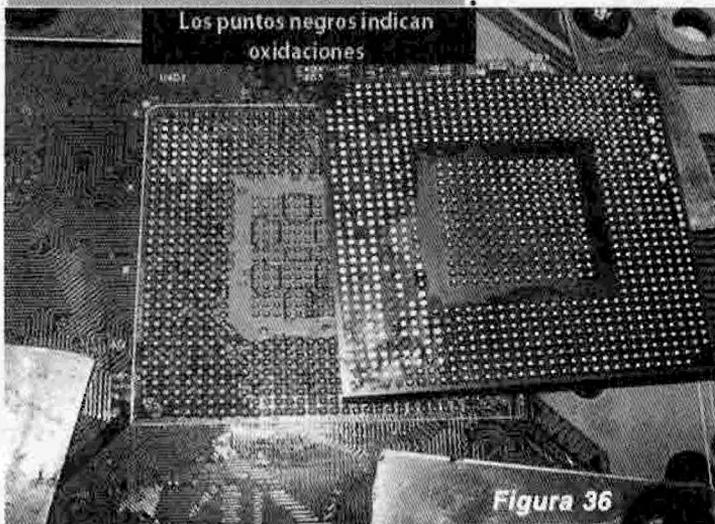
Aunque muchas placas son de fibra, estas "no son de piedra" con el calor. Para este tipo de averías "resoldando" (reballing) se puede corregir el mal contacto, al igual que las soldaduras frías (soldaduras que se producen cuando no se ha dado suficiente temperatura para que derrita el estaño).

Para soldar o resoldar bien un chip se debe tener en cuenta el punto de fusión del estaño (sin plomo o con él). Se debe leer la hoja de especificaciones del chip y el punto máximo al que podríamos llegar a soldar, cuyo valor suele ser entorno a los 260°C (MAX SAFE TEMPERATURE). El tiempo de soldado también suele ser especificado por el fabricante del BGA. Si no tiene la hoja de datos, el consejo más rápido es soldar a temperatura de 260°C, ir en círculo con la pistola de aire caliente y con una pinza empujarle un poco y si vemos que retorna a su posición significa que el estaño está en su punto.

Es decir, si tenemos nuestro BGA sin estaño tendremos que ponerle estaño en pasta en un molde y luego aplicarle aire caliente con la pistola.

El molde es para repartir por igual el estaño. Una vez hecho esto y enfriado el chip, preparamos nuestro PCB en un precalentador o en su defecto en nuestro soporte para PCB.

Extraemos el chip dañado, limpiamos la zona de estaño con malla desoldadora, y seguidamente limpiamos muy bien con un limpiacontactos. Nos fijamos que no existan puntos de contacto oxidados, los cuales se notan por su color pardo o negro (figura 36), en dicho caso se los debe limpiar muy bien.



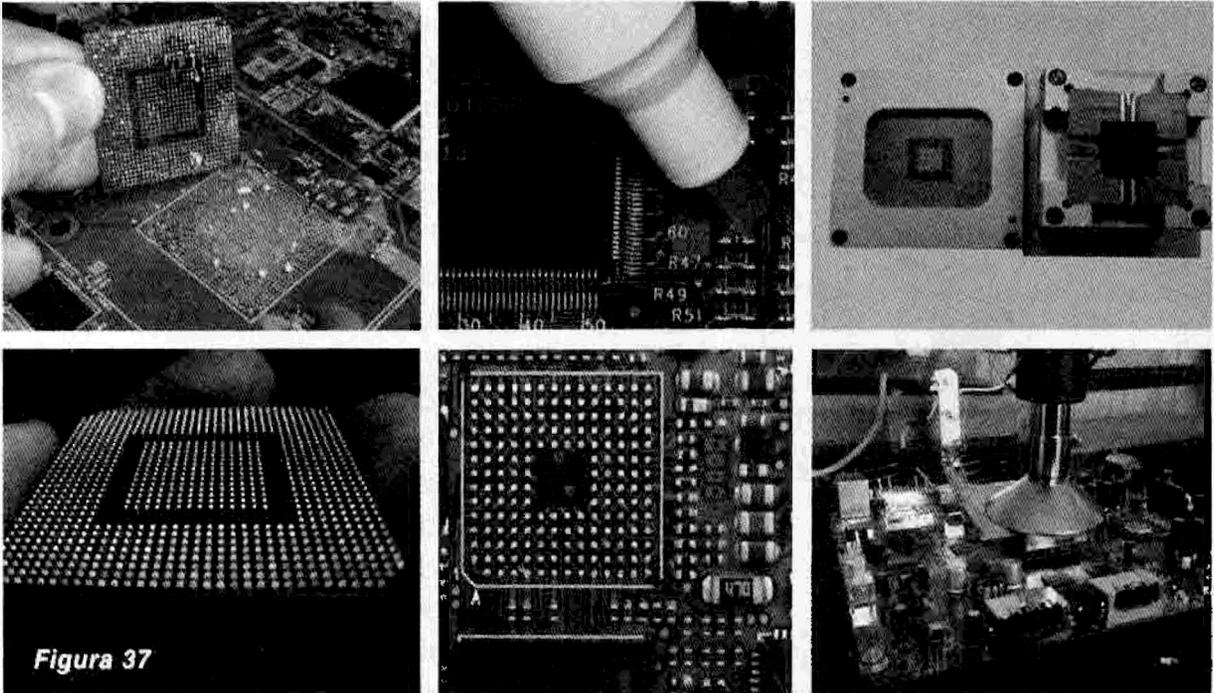


Figura 37

Situamos con pinzas y un microscopio el integrado en su posición (hay unas marcas para situarle) y aplicamos el calor dándole un leve o mínimo toque al integrado, si le movemos y vuelve a su sitio está en su punto óptimo de soldado.

Si nos pasamos con el calor (temperatura y/o tiempo) podemos quemar el chip por lo cual hay que tener especial rapidez y habilidad.

Este proceso se puede observar en la figura 37. En la figura 38 puede observar un detalle de cómo ubicar calor con una estación de soldado para "soldar" un componente BGA.

En este caso, la pistola de aire caliente se ubica con un soporte para mantenerla quieta. ☺



Figura 38

*En un componente BGA, los pines se sustituyen por bolas de soldadura pegada a la parte inferior del paquete.*

*El dispositivo se coloca en un PCB que lleva pads de cobre en un patrón que coincida con las bolas de soldadura*

**Bibliografía**

- <http://tecnologiademontajesuperficial.es.tl/k1-BGA-k2-BALL-GRID-ARRAY-.htm>
- <http://www.od-lambda.com/2010/01/soldadura-smd-y-bga.html>