

USERS

Argentina \$ 7,50.- (Recargo por envío al interior de \$ 0,20.-) // México \$ 25.-

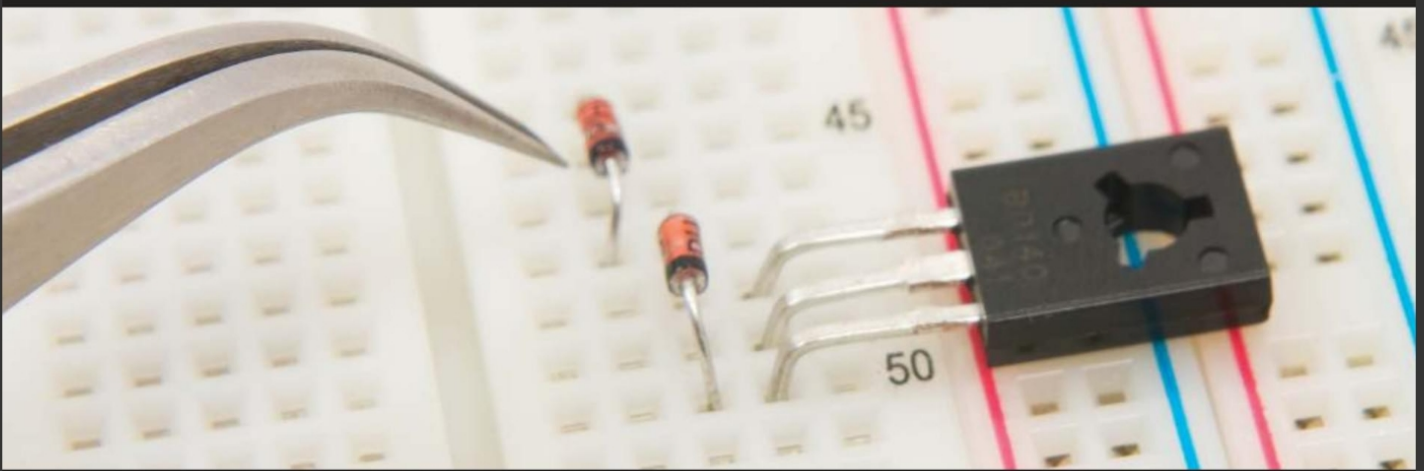
CURSO VISUAL Y PRÁCTICO

ELECTRÓNICA

Digital

- 02

DOMINE ESTE FASCINANTE UNIVERSO



CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITOS

CLASE 02

- Construcción de circuitos
- El protoboard
- Circuito impreso universal
- La soldadura electrónica



USERS

Coordinador editorial
Daniel Benchimol
Asesor editorial principal
Diego M. Spaciuk
Asesor de redacción
Alan Toto Molina
Asesor de contenido
Damián Cottino
Asesor técnico
Federico Salguero
Asesores de diseño
Jimena Minetto, Gabriela Bondone
Asesores en Infografías
Federico Salguero, Ignacio Bello
Autores en esta obra
Patricio Conti y Mariano Rabioglio
Asesora de corrección
Magdalena Porro
Asesora de imágenes
Renata Sanz Fuganti
Producción gráfica
Gustavo De Matteo
Asistentes de producción
Patricio Díaz Croce,
Juan Manuel Arena, Fernando Arias

Coordinador editorial: Daniel Benchimol. ISBN: 978-987-663-019-1. Electrónica digital es una publicación de GRADI S.A. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo y escrito de esta casa editorial. Distribuidores en Argentina: Capital: Vaccaro Sánchez y Cía. S.C., Moreno 794 piso 9 (1091) Ciudad de Buenos Aires. Tel. 4342-4031/4032; Interior: Distribuidora Interplazas S.A. (DISA) Pte. Luis Sáenz Peña 1832 (C1135ABN) Buenos Aires – Tel. 4305-0114. Bolivia: Agencia Moderna, General Acha E-0132, Casilla de correo 462, Cochabamba, Tel. 5914-422-1414. Chile: COPESA, Vicuña Mackena 1962, Santiago, Tel. 562-237-5822. Colombia: Distribuidoras Unidas S.A., Carrera 71 Nro. 21 - 73, Bogotá D.C., Tel. 571-486-8000 Ecuador: Disandes (Distribuidora de los Andes) Calle 7° y Av. Agustín Freire, Guayaquil, Tel. 59342-271651 México: Distribuidora Intermex, S.A. de C.V., Lucio Blanco #435, Col. San Juan Tihhuaca, México D.F. (02400), RFC DIN 870508 7D7, Tel. 52 30 95 43. Paraguay: Selecciones S.A.C., Coronel García 225, Asunción. Tel. 595-21-481-588. Perú: Distribuidora Bolivariana S.A., Av. República de Panamá 3635 piso 2 San Isidro, Lima, Tel. 4412948 anexo 21. Uruguay: Espert S.R.L., Ciudadela 1416, Montevideo. Tel. 5982-924-0766. Venezuela: Distribuidora Continental Bloque de Armas, Edificio Bloque de Armas Piso 9no., Av. San Martín, cruce con final Av. La Paz, Caracas. Tel. 58212-406-4250.

Impreso en Sevagraf S.A. Impreso en Argentina.
Copyright © Gradi S.A. MMX

▶ CONSTRUCCIÓN DE

CIRCUITO

S

> SABÍAS QUE...

- En el año 1958 se desarrolló el primer circuito integrado que alojaba solamente seis transistores.

Comprender las bases de la composición de los circuitos digitales resulta de suma importancia para poder abordar, más adelante, los procesos complejos.

Para iniciarnos en el universo de la Electrónica Digital, es necesario conocer los principios elementales del funcionamiento de los circuitos. Es por este motivo que comenzaremos a dar los primeros pasos en la construcción de uno de ellos, sobre la base de un protoboard, plantilla que ofrece la ventaja de trabajar sin soldaduras. En el transcurso de las páginas, avanzaremos sobre las características de los circuitos universales, conoceremos sus ventajas, limitaciones y utilización práctica. Además, en esta segunda clase, subiremos la apuesta para detallar, de forma teórica y práctica, el proceso de construcción de un circuito impreso casero. Sobre el final, explicaremos todos los secretos con respecto a la soldadura para electrónica y cuáles son los elementos necesarios para realizarla correctamente.

En esta clase veremos

- **Construcción de circuitos impresos:** conoceremos cuáles son las características elementales que debemos saber sobre la construcción de un circuito impreso.
- **El protoboard:** aprenderemos a realizar las primeras conexiones, valiéndonos de las ventajas que aporta trabajar sobre un protoboard.
- **Circuito impreso universal:** es una tarjeta de uso general, para construir prototipos electrónicos permanentes con soldaduras de aleación de estaño.
- **La soldadura electrónica:** es el trabajo elemental por excelencia de cualquier técnico en Electrónica. Aprenderemos a soldar componentes sin cometer errores. ■

CIRCUITOS ELECTRÓNICOS

En estas páginas, analizaremos el proceso de construcción de los circuitos electrónicos (CI), sus elementos físicos y las herramientas que podremos utilizar para realizarlos.



Un circuito electrónico es un conjunto de componentes eléctricos o electrónicos, interconectados por medio de hilos conductores, con el objetivo de generar, transportar o procesar una señal eléctrica. Existen diferentes métodos para su construcción, dependiendo de su complejidad, del volumen de producción, y del tipo de componentes utilizados.

Los componentes

Dentro de un circuito, podemos encontrar una gran variedad de componentes, como fuentes de señal (sensores y micrófonos), fuentes de alimentación (baterías o la red domi-

ciliaria), dispositivos eléctricos (bobinas, lámparas, resistores y capacitores), componentes electrónicos (diodos, transistores, circuitos integrados) y dispositivos mecánicos (llaves y conmutadores). Según el modo en que se monta un circuito, un componente puede ser de tecnología through hole (a través de orificio) o de montaje superficial.

El esquemático

Antes de comenzar con la construcción de cualquier circuito, debemos contar con un esquema circuital. El esquemático es una representación gráfica de un circuito electrónico.

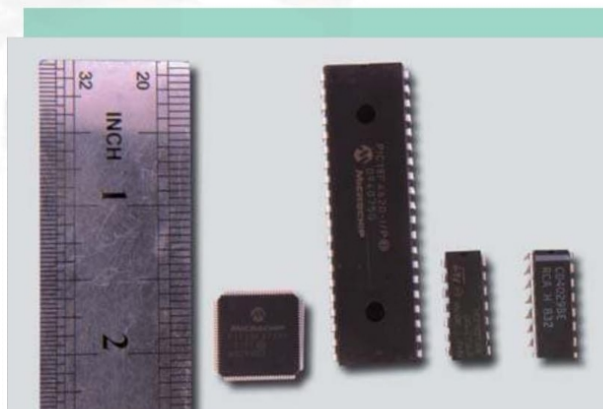
> Se insertan los componentes sobre la placa, se sueldan con estaño y, finalmente, se cortan los sobrantes.

Muestra los diferentes componentes con su simbología asociada y sus conexiones. Podemos dibujarlo a mano alzada o emplear un software de captura de esquemático, como Eagle u Orcad. En esta colección utilizaremos el software Eagle. El instalador está en el CD 1.

La creación de un esquema circuital es clave, ya que cualquier error en la construcción derivará en el mal funcionamiento del circuito. Por esta razón, recomendamos dibujar el esquemático con un software para tal fin, lo que nos permitirá, en la mayoría de los programas disponibles, realizar una simulación del comportamiento real del circuito, predecir sus características antes de construirlo y generar el circuito impreso.



> Una máscara temporal de tinta aplicada a la placa virgen. El percloruro férrico es el elegido para realizar esta acción, ya que elimina el cobre indeseado.



> Es importante que sepamos reconocer los componentes más utilizados y sus características. En este caso podemos observar diferentes microcontroladores.

El PCB

Una vez que tenemos el esquemático, debemos construir físicamente el circuito. Generalmente, se monta mediante un circuito impreso o PCB (Printed Circuit Board). Es una tarjeta

plástica que conecta eléctricamente los componentes del circuito a través de pistas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor (fenólico

El "esquemático" es la representación gráfica de un circuito electrónico.

o epoxi). Actúa, también, como soporte de todo el circuito. A partir de un esquemático, el diseño del circuito impreso puede hacerse con un software como los mencionados anteriormente; éstos poseen muchísimas librerías con las formas físicas de los componentes (footprints), para facilitar el diseño. El trazado de las pistas (en el soft) puede realizarse de forma manual o automática.

La transferencia del trazado a la placa

Cuando el diseño está terminado, necesitamos pasarlo a la placa. Para ello, existen diversos métodos, pero prácticamente todos se hacen a partir de una lámina de cobre que cubre por completo el sustrato (placa virgen), donde luego se quita el cobre indeseado y se dejan los trazados diseñados. Este proceso se logra si utilizamos, primero, una máscara de

trazado, que se obtiene al aplicar tintas (serigrafía), o mediante un proceso de fotograbado sobre la placa.

También existen métodos donde se emplea una fresa mecánica o hasta un láser para eliminar el cobre residual. Sin embargo, el sistema más accesible es el de la transferencia del diseño a la placa a través de calor. Para ello, se imprime el trazado en un material termosensible, como el papel de ilustración.

La perforación y el estañado

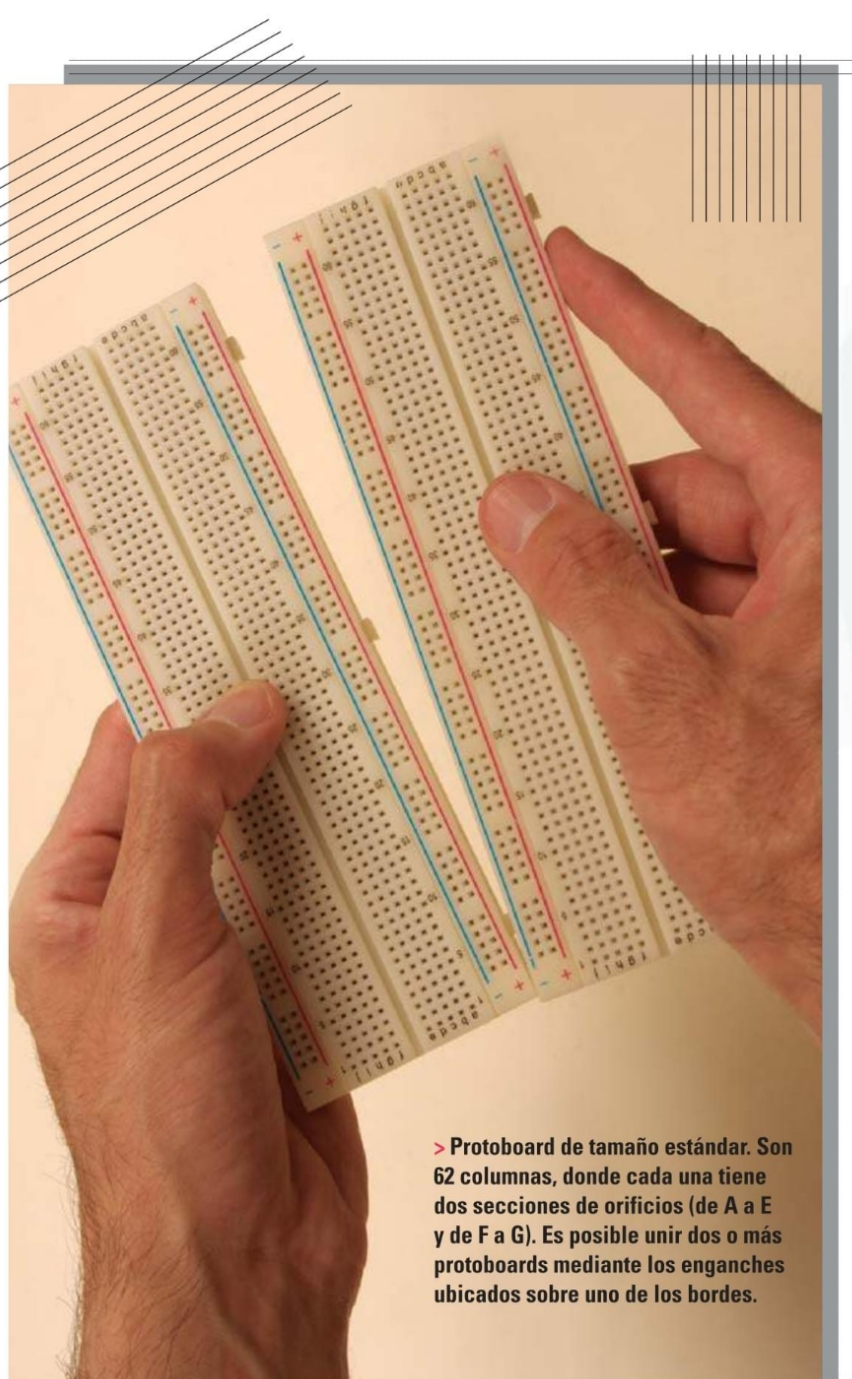
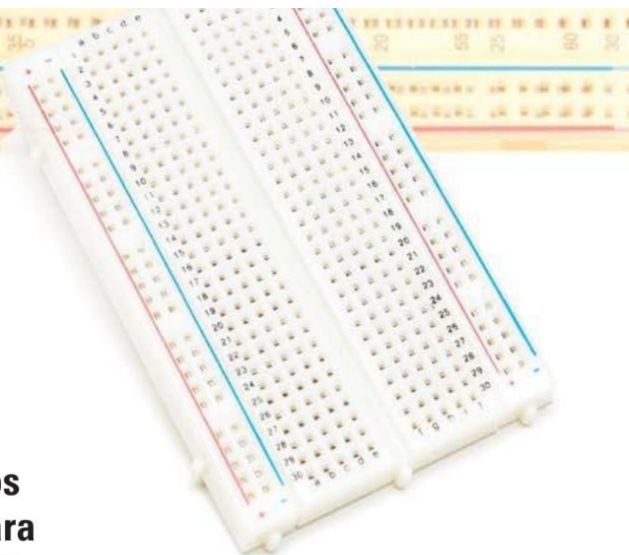
Los orificios para colocar los componentes se realizan, a nivel industrial, con un taladro controlado por computadora. Nosotros podremos utilizar una agujereadora de banco o un minitorno. Para finalizar con la construcción del circuito, las partes se insertan en los orificios o se apoyan sobre las pistas de la tarjeta. Luego, se sueldan con estaño y soldador o bien con estación de soldado. ■

> MÚLTIPLES CAPAS

Un PCB puede estar formado por múltiples capas conductoras (hasta 16). Esta tecnología se encuentra en los motherboards de PC, que son circuitos de alta complejidad, únicamente realizables mediante un equipamiento especializado y muy costoso. La mayoría de sus componentes son de montaje superficial y son colocados por un robot denominado pick and place. Para nosotros, un PCB de una o dos capas será más que suficiente para llevar a cabo nuestros proyectos.

EL PROTOBOARD

Ésta es una excelente herramienta para experimentar por primera vez con circuitos electrónicos. Aquí, veremos su utilidad para montar prototipos de forma rápida y sencilla.



> Protoboard de tamaño estándar. Son 62 columnas, donde cada una tiene dos secciones de orificios (de A a E y de F a G). Es posible unir dos o más protoboards mediante los enganches ubicados sobre uno de los bordes.

El protoboard es una placa plástica con orificios metalizados y conexiones eléctricas preestablecidas, que se utiliza como banco de pruebas para la realización de circuitos electrónicos sencillos. Es económica y se consigue en casas de electrónica. Su ventaja es que no requiere de soldaduras para interconectar los componentes, los cuales son simplemente insertados en los orificios para tal fin. La disposición de sus conexiones internas hace posible el montaje de cualquier circuito.

Topología

El espaciado de los orificios de la tarjeta es, generalmente, de 2,54 mm, una medida estándar en el mundo de la Electrónica. Podemos distinguir, en el protoboard, seis secciones de orificios separadas entre sí por un material aislante. La 1 y la 5, marcadas en rojo, tienen continuidad horizontal y se emplean como una de las **líneas de alimentación del circuito (Vcc)**. En el libro *Electrónica analógica* tratamos este tema. Por lo general, se conectan entre sí externamente para disponer de ellas a ambos lados de la tarjeta, al igual que las secciones 2 y 6, marcadas en azul, que constituyen la otra línea de alimentación, es decir, la **masa**

circuital o retorno de corriente.

Las secciones 3 y 4 están compuestas por columnas de cinco orificios cada una, poseen continuidad vertical, y hacen posible, así, la formación de nodos en el circuito. Cada columna se encuentra eléctricamente aislada de las columnas adyacentes.

El **canal o surco central** del protoboard se utiliza para insertar los circuitos integrados con encapsulado tipo DIP (Dual In-line Package), cuya separación de pines es, justamente, la misma que la del

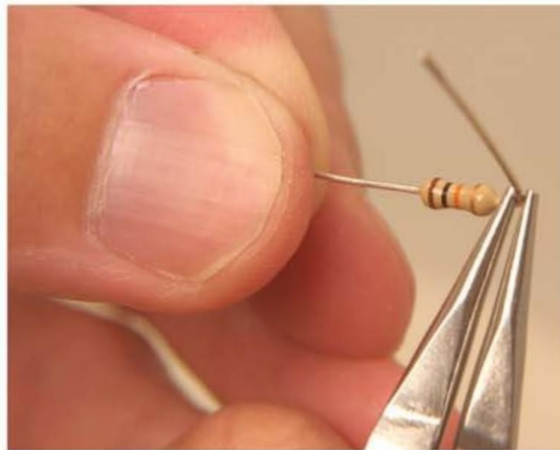
2,54 mm es la medida estándar de separación de los orificios.

protoboard. Este hecho los convierte en los circuitos integrados para crear prototipos.

Es importante aclarar que, para colocar el protoboard en un lugar fijo, como por ejemplo, un tablero, la placa trae un adhesivo doble faz. Si no deseamos pegarlo en ningún lugar, le adherimos una plancha de aluminio, que también viene incluida, para que no moleste la cinta doble faz.

Accesorios útiles

Para el armado de los circuitos en el protoboard, recomendamos algunos accesorios que nos facilitarán la tarea. Podemos llevar a cabo las conexiones entre puntos del circuito mediante un cable unifilar, es decir, alambre constituido por una sola pieza, como lo son el cable UTP (cable de red) y el multipar calibre 20 ó 22. Éstos poseen el diámetro adecuado para su inserción en el protoboard. Podemos usar el alambre sobrante de las patas de resistotes y capacitores sólo para conexiones cortas, ya que no es un



> Para trabajar con los cables, manipular los componentes y montar prolijamente el circuito, es conveniente que utilizemos pequeñas pinzas, alicate y cúter.

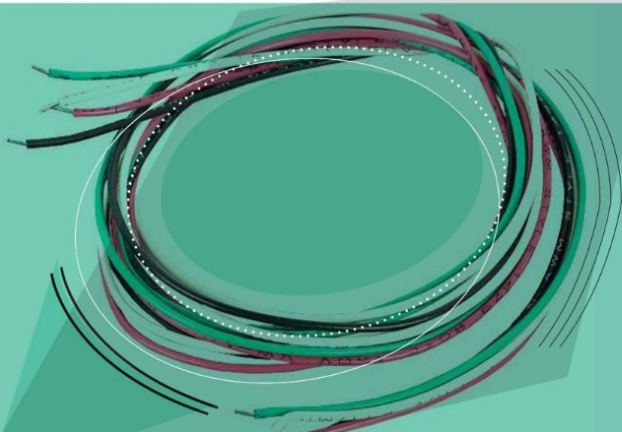
conductor aislado.

Debemos saber que existen componentes electrónicos que no pueden ser colocados directamente sobre el protoboard, como los potenciómetros e interruptores. En estos casos, soldaremos el cable unifilar a los pines de los componentes, para poder colocarlos en nuestro prototipo.

capacitancia: 2 a 30 pF (pico Faradios) por punto de contacto. Por esta razón, recomendamos usarla en aplicaciones que trabajen a frecuencias menores a 20 MHz (Mega Hertz). El valor de capacitancia expresa la habilidad de un capacitor para almacenar carga eléctrica. La unidad de capacitancia es el Faradio. Estos temas se tratan en el libro *Electrónica analógica*. ■

> FALSOS CONTACTOS

Podemos encontrarnos durante el armado del prototipo con falsos contactos. Debemos tener paciencia y ser organizados al montar un circuito en el protoboard, para evitarnos posibles dolores de cabeza. Una vez que hayamos evaluado y verificado el funcionamiento del circuito, deberemos montarlo en un PCB.



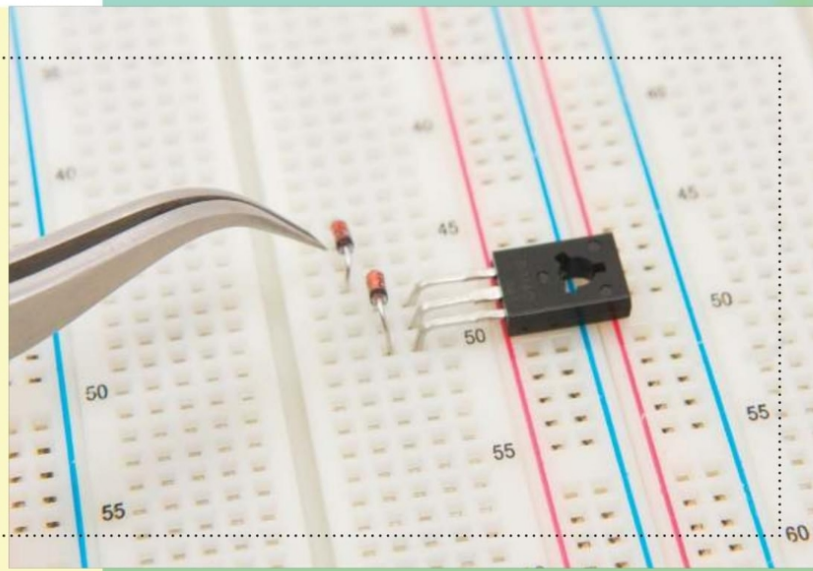
USO DEL PROTOBOARD

Hemos visto una descripción general del protoboard. En las siguientes páginas, describiremos una serie de técnicas y consejos útiles para emplear esta herramienta.

Si queremos armar un circuito electrónico en el protoboard, debemos proceder ordenadamente para obtener los resultados esperados. Para ello, necesitamos contar con ciertos materiales. Primero, tenemos que disponer de un diagrama esquemático donde se encuentra el diseño del circuito. Debemos tener a mano todos los componentes electrónicos que forman el diseño. Necesitamos cables unifilares calibre 20 ó 22 para realizar las conexiones. Además, precisamos algunas herramientas, como por ejemplo, una pinza, un alicate y un cúter nos servirán para trabajar los puentes de cable y colocar los componentes. Por último, nos será útil el uso de un multímetro para evaluar el funcionamiento del circuito.

Alimentación del circuito

En los dos bordes de mayor longitud del protoboard se hallan las líneas o buses de alimentación. En rojo, tenemos la línea de tensión de alimentación (Vcc) y, en azul, la de masa de circuito (Gnd). Es bueno hacer un puente entre ambos Vcc y otro puente entre ambos Gnd (esto lo veremos en el paso a paso siguiente). En algunos protoboards, estas líneas están divididas a la mitad en un mismo extremo y es conveniente conectarlas también. De esta manera, tendremos energía a ambos lados y a lo largo de la tarjeta cuando conectamos la fuente de alimentación a estas líneas.



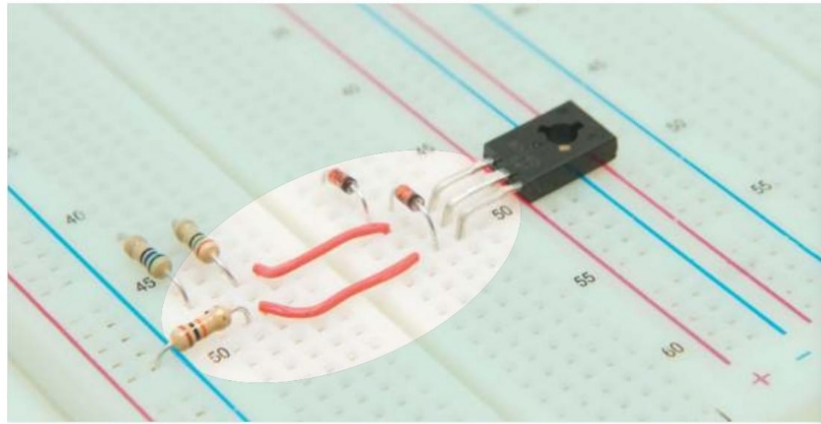
■ Una de las ventajas que ofrece el protoboard es la posibilidad de insertar los cables sin necesidad de utilizar soldaduras.

Colocación de componentes

Los primeros componentes que tenemos que colocar son los circuitos integrados o chips. Recordemos que el protoboard dispone de un surco o canal central para tal fin. El chip debe quedar sobre el canal central y paralelo a éste, con sus pines insertados en los orificios que bordean el surco. Así, nos aseguramos de que no exista un cortocircuito entre los pines del circuito integrado. Si observamos

el chip desde arriba, vemos que tiene una pequeña muesca. A la izquierda, se encuentra el pin número uno. Debemos consultar la hoja de datos del componente (necesitamos buscar en Internet) para conocer la función de cada uno de sus pines y no correr el riesgo de dañar el circuito integrado por una conexión incorrecta. Además, para simplificar el circuito, debemos colocar todos los chips en la misma dirección. Para colocar resistores, capaci-

tores, diodos y transistores fácilmente, podemos usar una pinza con la que doblar sus patas. También podemos acortárselas con un cúter. De esta manera, evitaremos que queden demasiado elevados por encima del protoboard. Debemos tener en cuenta que hay componentes que poseen polaridad. Esto quiere decir que tienen una pata etiquetada como [+] (positiva) y otra como - (negativa). Las resistencias no poseen esta característica y tenemos la posibilidad de conectarlas de cualquier manera. No olvidemos considerar los rangos de operación de cada componente, es decir, las



■ Aquí podemos observar que tenemos energía a ambos lados de la tarjeta, gracias a los puentes de cable que conectan estas líneas.

En caso de mal funcionamiento del circuito, revisemos, primero, las conexiones de alimentación y, luego, los falsos contactos.

especificaciones de potencia, tensión y corriente máxima.

Consejos finales

Damos a conocer aquí, algunos consejos finales para montar un circuito electrónico en el protoboard y no fracasar en el intento.

■ Debemos planear la distribución de los componentes en la tarjeta y tratar

de que no se produzcan concentraciones de éstos en una zona.

■ Tenemos que asegurarnos de interconectar los componentes correctamente. Aunque pueda parecer obvio, con esta indicación, queremos afianzar la idea de utilizar siempre el esquemático como guía para realizar el montaje: es importante que tachemos las conexiones en el diagrama a me-

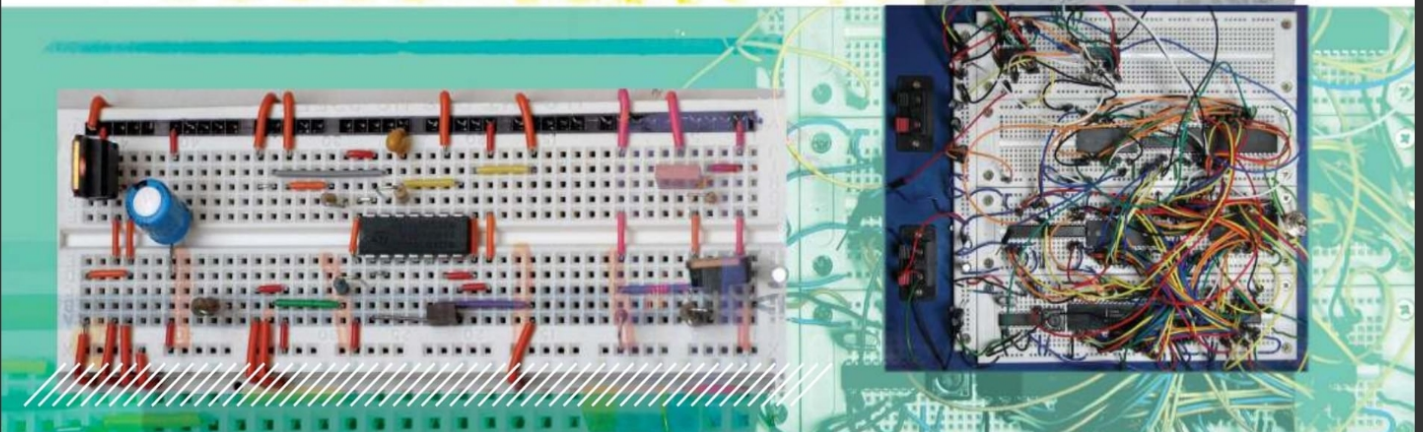
didada que las vamos dibujando sobre el circuito.

■ Es fundamental que utilicemos cables de la menor longitud posible para disminuir los problemas de ruido. Es mejor que estén aislados para evitar cortocircuitos con las patas de los componentes y con otros cables.

■ Tratemos de utilizar cables de diferentes colores en zonas donde se concentran muchas conexiones.

■ En caso de mal funcionamiento del circuito, revisemos, primero, las conexiones de alimentación y, luego, los falsos contactos en el resto del circuito. Si no podemos solucionar el problema, montemos el circuito en otra zona del protoboard. ■

> La metodología en el desarrollo de proyectos sobre un protoboard es clave, ya que aporta el orden necesario para resolver eventuales problemas.



COMO TRABAJAR CON EL PROTOBOARD

Después de la teoría, debemos poner manos a la obra y aplicar lo que aprendimos. Veamos cómo hacerlo.



Pinza



Transistores

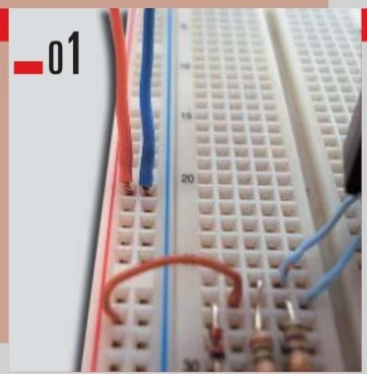


Resistores



Cables unifilares

01



Diodos

Alimentación



Llave simple



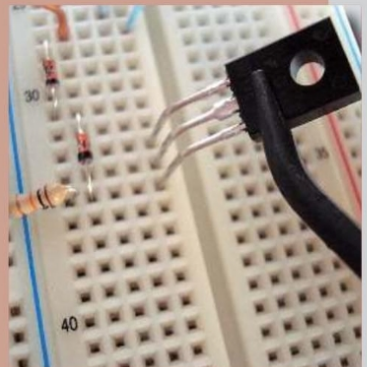
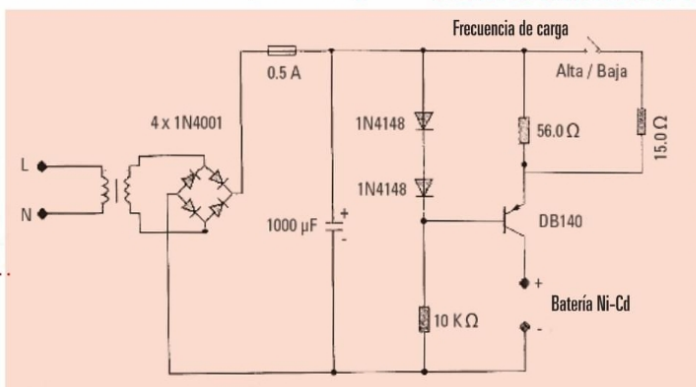
Pinera

Realizaremos el montaje de un sencillo cargador de baterías de Ni-Cd (níquel-cadmio) basado en un transistor modelo BD140. Éste actúa como una fuente de corriente constante para entregar la carga necesaria a la batería. Para que el transistor funcione de esta manera, utilizaremos diodos

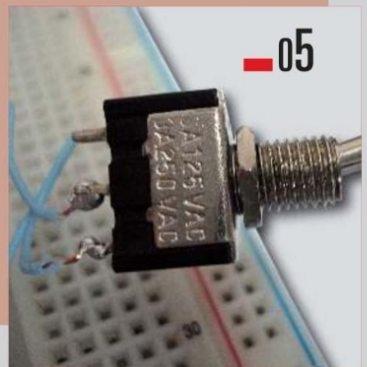
de tipo 1N4148 y, con el fin de fijar las corrientes del circuito, emplearemos resistores de 10k Ω , 56 Ω , y 15 Ω . También incluiremos una llave que nos dará la posibilidad de alternar entre una carga rápida o una lenta. Para facilitar el montaje del circuito, utilizaremos una fuente de alimentación de banco de pruebas. ■

Debemos disponer del esquemático del diseño y comprender cómo se interconectan los componentes electrónicos. Vemos en la parte izquierda del diagrama un transformador conectado a la línea domiciliaria, un puente rectificador de diodos (4x1N4001),

un fusible de 0,5 A y un capacitor electrolítico de 1000 μ F. Estos componentes constituyen la fuente de alimentación del circuito. Como estamos en una etapa de experimentación, los reemplazaremos con el uso de una fuente de alimentación de pruebas.

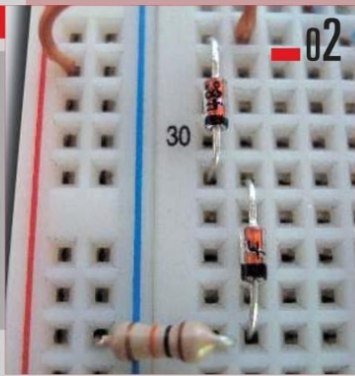


03



05

PASO A PASO

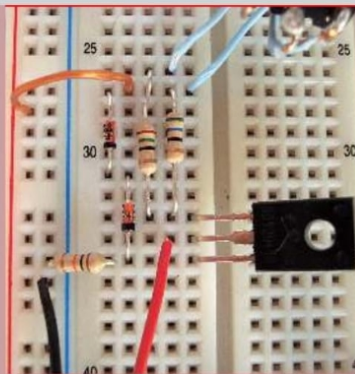


Debemos identificar cada componente. Utilizaremos elementos que podemos conseguir fácilmente. Podemos ver resistencias de diferentes valores, el transistor, los diodos 1N4148 y el interruptor. También debemos disponer de los cables unifilares para puentes y las pinzas para corte.

01. Comenzando con el montaje, conectamos cada línea de alimentación con su opuesta mediante puentes de cable, tratando de respetar los colores: rojo para la alimentación positiva (Vcc) y azul para la negativa (Gnd). También tenemos que conectar otro cable para cada línea con uno de sus extremos al aire para después poder engancharlo, con las pinzas cocodrilo, de la fuente de alimentación. Para evitar posibles cortocircuitos en la fuente, Vcc debe quedar del lado izquierdo y Gnd, del lado derecho, o viceversa.

Debemos entonces conectar la base del transistor al cátodo del segundo diodo, el emisor y el colector a distintas columnas de contactos del protoboard.

04. Tomamos la resistencia de valor 10k ohms (marrón, negro, naranja) y colocamos una de sus patas en la misma columna que la base del transistor del paso anterior. La otra pata, la conectamos al bus de alimentación marcado con azul (Gnd). Insertamos la resistencia de valor 56 ohms (verde, azul, negro) de manera que uno de sus

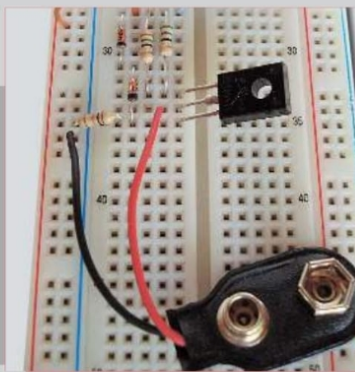


02. Ahora colocamos los dos diodos 1N4148, cuyas caídas de tensión hacen que el transistor funcione como fuente de corriente constante. Éstos van conectados en serie como vemos en la imagen. El ánodo del primer diodo (el extremo no marcado) va conectado a la línea de alimentación positiva. El cátodo (identificado con una línea) se conecta a la misma columna que el ánodo del segundo diodo. Podemos utilizar una pinza que nos facilite la inserción de las patas de los diodos en los orificios del protoboard sin inconvenientes.

El puente rectificador de diodos es clave en un cargador Ni-Cd (Níquel-Cadmio).

extremos quede conectado al bus de alimentación positivo (Vcc), el otro, a la misma columna donde se encuentra el emisor del transistor.

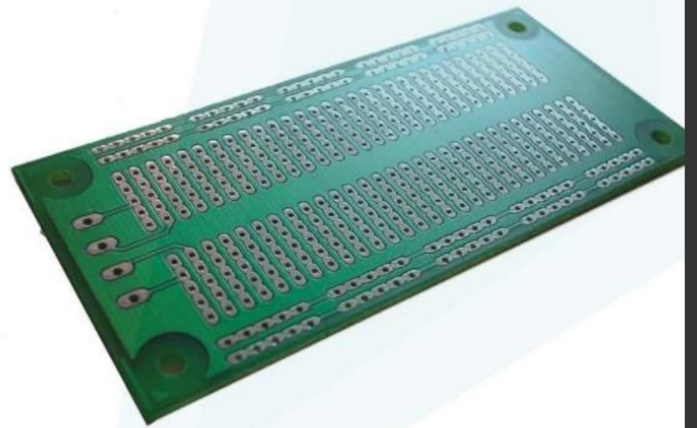
05. Para colocar la llave de selección, debemos soldarle un cable en cada uno de los extremos, ya que su inserción directa es imposible debido al tamaño de sus pines. Uno de los cables debe ir conectado a Vcc, y el otro, a una columna libre del protoboard. Colocamos entonces el último resistor, el de 15 ohms (marrón, verde y negro). Insertamos una de sus patas en la columna donde conectamos el extremo de la llave que NO está unido a Vcc, y la otra, en la columna donde se encuentra el emisor del transistor.



03. Seguimos con la colocación del transistor BD140. Es de tipo PNP, lo que significa que la corriente de emisor tiene sentido entrante, mientras que las de colector y base, sentido saliente. Observando el transistor del lado del orificio con unas pequeñas marcas, de izquierda a derecha, tenemos: emisor, colector (centro) y base.

06. Conectamos el extremo positivo del portabatería al colector del transistor (pata central) y el extremo negativo a la masa. Podemos ahora, probar el circuito.

CIRCUITO IMPRESO UNIVERSAL



Se trata de una herramienta para montar prototipos, cuya estructura se basa en el protoboard, pero su apariencia es la de un circuito impreso.

El circuito impreso universal o UPCB (Universal Printed Circuit Board) es una tarjeta de uso general, para construir prototipos electrónicos permanentes con soldadura. De esta forma, no necesitaremos recurrir al diseño y a la fabricación de un circuito impreso específico y nos ahorraremos, así, un tiempo considerable. Al igual que en el protoboard, el espaciado de los orificios es de 2,54 mm (0,1 pulgadas). Su precio es

accesible y viene en diferentes tamaños, configuraciones y calidades. Podemos conseguirlos en cualquier casa de electrónica.

Perfboard

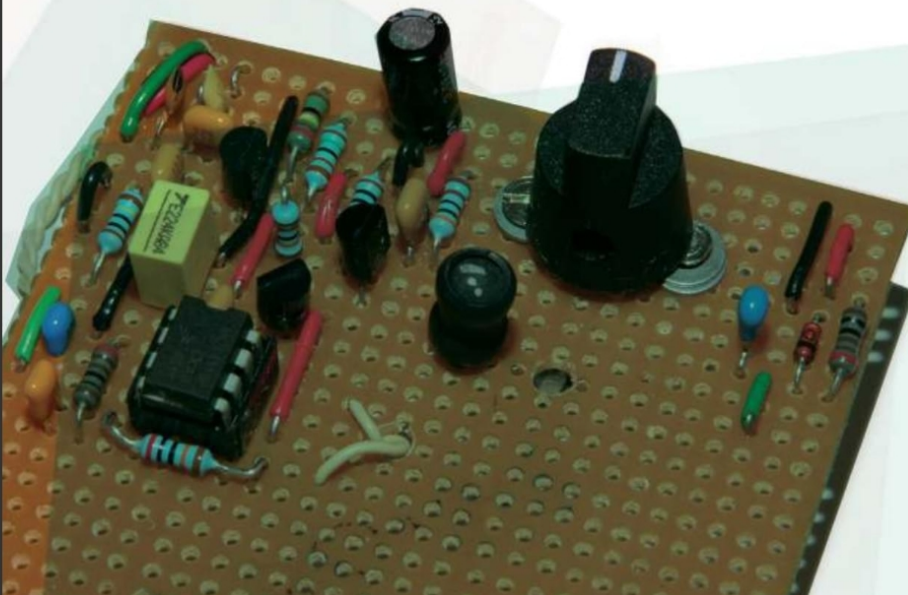
El circuito impreso universal más básico es el perfboard, una placa compuesta de fenólico o epoxi. Consta de varias columnas de orificios metalizados aislados eléctricamente. Los componentes se insertan en estos agujeros, pero para hacer las conexiones debemos utilizar puentes de cable o estaño. Este tipo de placas perforadas no se emplea para la realización de proyectos no profesionales, los

diseños resultantes no son muy prolijos. No es recomendable si queremos hacer el mismo circuito más de una vez.

Stripboard

Una versión más avanzada del perfboard es el stripboard, también llamado veroboard, la marca comercial más popular. En este caso, las columnas de orificios (tiras) están conectadas eléctricamente.

Es importante que diseñemos la distribución y el trazado antes de montar el circuito. Una vez hecho esto, debemos montar los circuitos integrados para que queden perpendiculares a las columnas de conducción. Luego, cortamos la conducción de las tiras de orificios, de manera que los pines enfrentados del integrado no se encuentren unidos. Habiendo tomado esta precaución, aprovechamos las tiras de orificios para conectar el resto de los componentes. Al igual que en el protoboard, los puentes de cable



■ **La prolijidad** en el montaje de los componentes y en el cableado es de suma importancia.

también serán útiles.

Es mucho más fácil hacer una réplica del circuito en el stripboard que en el perfboard. La única desventaja es que es menos modificable, ya que cortamos algunas columnas de orificios para adecuarlas a nuestro diseño.

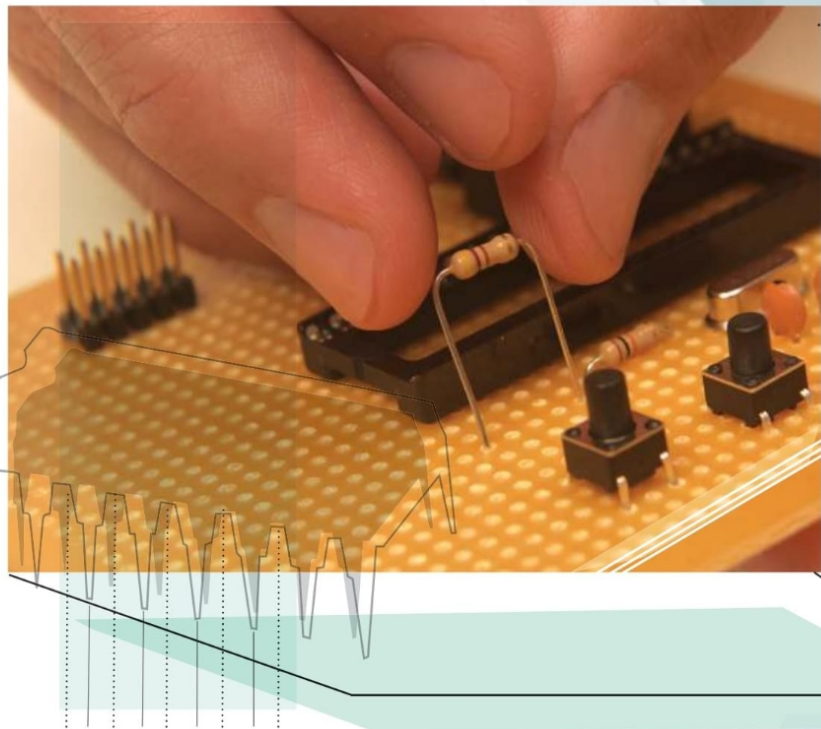
UPCB

Es el circuito impreso universal propiamente dicho, lo más parecido a un PCB. Cuenta con el surco central necesario para montar circuitos integrados de encapsulado DIP (Dual In Package). Además incluye las líneas o buses en los bordes para alimentar el circuito electrónico. Permite una gran variedad de conexiones, ya que incluso podemos utilizar puentes de cables en ella. Es la opción de mejor calidad, pero también la más costosa. Posee una máscara que recubre las áreas que no necesitan de soldadura y que protege contra la oxidación de la placa y los posibles cortocircuitos. Si operamos con cuidado y precisión, lograremos una muy prolija presentación del circuito con el UPCB (Universal Printed Circuit Boards).

Montaje del circuito

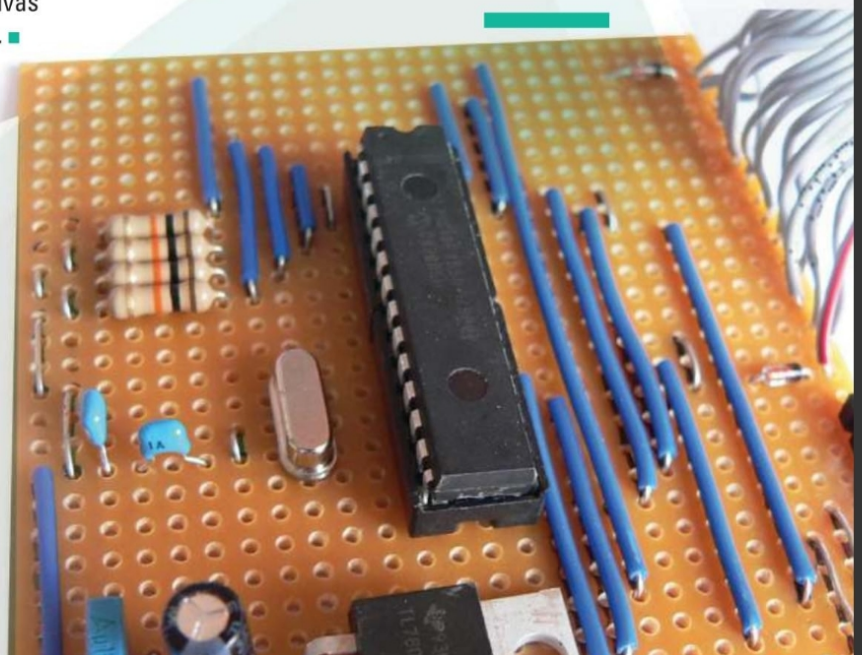
La construcción del diseño en el circuito impreso universal depende, en gran medida, del formato elegido. Debemos familiarizarnos profundamente con la forma y la estructura de la configuración de la placa que vamos a utilizar. Necesitamos disponer de las mismas herramientas que en el caso del protoboard y sumar el soldador para electrónica (o caudín) y el componente de aleación de estaño. Partiendo de un esquema circuital, será conveniente dibujar, primero, la

> Un stripboard es una versión mejorada de perfboard.



distribución de los componentes y su conexión en un papel, para después lanzarnos a la tarea de colocarlos y soldarlos a la placa. Recordemos que, al no tratarse de un protoboard, cada vez que decidamos quitar un componente soldado, el cobre de las pistas se verá debilitado y podrá despegarse de la tarjeta si llevamos a cabo el desmontaje sucesivas veces. ■

El UPCB posee una máscara que protege a la placa de la oxidación y de los cortocircuitos.



CIRCUITO IMPRESO EN DETALLE

Analizaremos las diferencias existentes entre los circuitos impresos realizados en forma casera y los fabricados profesionalmente.

Una vez hecho el diseño del circuito impreso, es necesaria su construcción. Ésta es una tarea que requiere ciertos cuidados, ya que una plaqueta mal fabricada puede poner en peligro el funcionamiento de nuestro proyecto.

Fabricación casera

Para impresos que no tengan un alto grado de complejidad, podemos optar por su construcción casera. Partimos de una plaqueta virgen, la cual consta de una base aislante llamada sustrato, sobre la cual se encuentra adherida una fina placa de cobre. El objetivo es obtener nuestro circuito sobre dicha placa, eliminando el cobre sobrante. Para lograr esto, tenemos que dibujar a mano sobre la capa de cobre el circuito por obtener, con un marcador indeleble. Luego, para eliminar el cobre

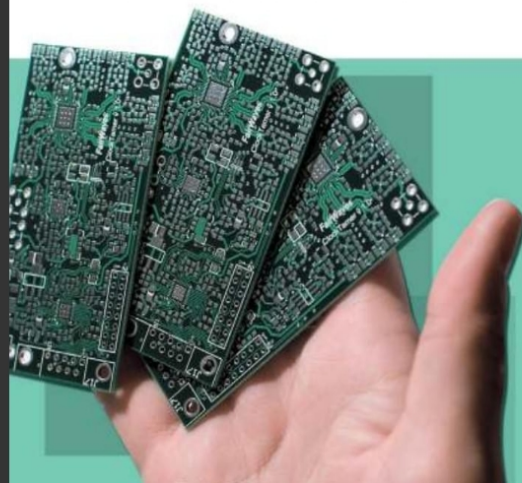
La construcción casera sólo es viable para impresos simples, sin demasiada complejidad.

sobrante, se sumerge la plaqueta en una solución de percloruro férrico (ver proceso en la **Página 19**).

Fabricación profesional

Para plaquetas con alto grado de dificultad o para producción a gran escala, la construcción de circuitos impresos en forma profesional es la

más indicada. De esta manera, podemos obtener en forma automatizada circuitos multicapas, los cuales poseen varias capas conductoras. El proceso de fabricación de estos impresos comienza por las capas internas, que poseen láminas de cobre en ambos lados. Se aplica en éstas un film fotosensible para que, mediante fotoexposición y posterior revelado, el diseño del circuito impreso quede grabado sobre las láminas de cobre. Posteriormente, se elimina el cobre sobrante, es decir, el que no se encuentra grabado, y los restos de film. Luego, se realiza una inspección óptica automática, en la cual se compara el impreso obtenido con el diseño original para detectar diferencias. Las placas que no pasan el test son descartadas. Pasado el test, se agregan las capas siguientes mediante prensado y

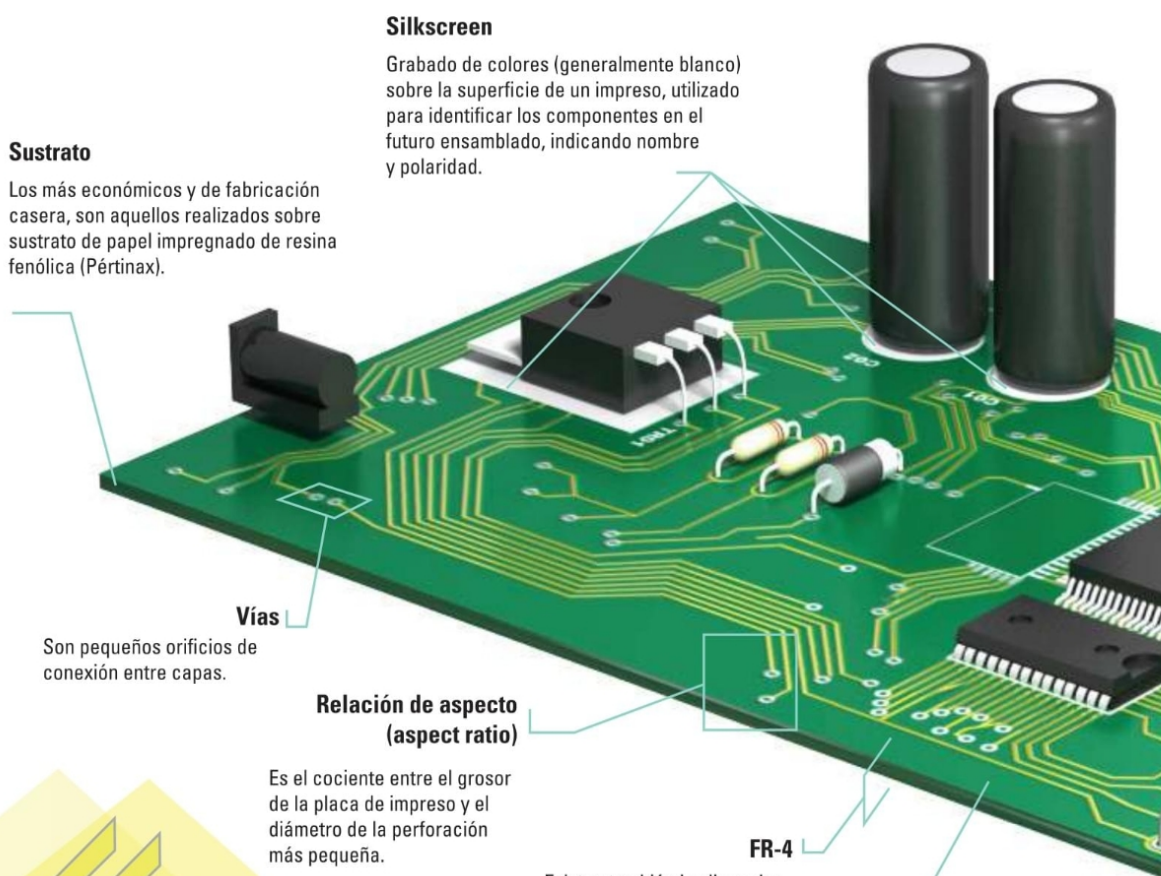


> FABRICACIÓN PROFESIONAL

Hay otros métodos para obtener un acabado más profesional en la construcción de circuitos impresos. Por ejemplo, en lugar de dibujar a mano el circuito, se realiza el diseño en una PC y se imprime en un papel vegetal con una impresora láser. Ese dibujo se pasará a la plaqueta virgen, por medio del planchado del papel impreso sobre la capa de cobre. De esa forma, la impresión quedará adherida al cobre, obteniendo un dibujo perfecto.

EL CIRCUITO IMPRESO (PCB)

El circuito impreso o PCB (Printed Circuit Board) es una placa especialmente diseñada para el montaje, conexión eléctrica y soporte mecánico de los componentes de un circuito electrónico. En su composición básica, está formado por una capa de cobre montada sobre un sustrato aislante (Pértinax o Fibra de vidrio).



Sustrato
Los más económicos y de fabricación casera, son aquellos realizados sobre sustrato de papel impregnado de resina fenólica (Pértinax).

Silkscreen
Grabado de colores (generalmente blanco) sobre la superficie de un impreso, utilizado para identificar los componentes en el futuro ensamblado, indicando nombre y polaridad.

Vias
Son pequeños orificios de conexión entre capas.

Relación de aspecto (aspect ratio)
Es el cociente entre el grosor de la placa de impreso y el diámetro de la perforación más pequeña.

FR-4
Existen también los llamados impresos "doble capa" -double layer-. Son generalmente de sustrato de fibra de vidrio del tipo FR-4 ("Flame retardant": retardante de llama de factor 4) .

Lado de componente (component side)
El lado o cara de un circuito en donde se montarán la mayoría de los componentes.



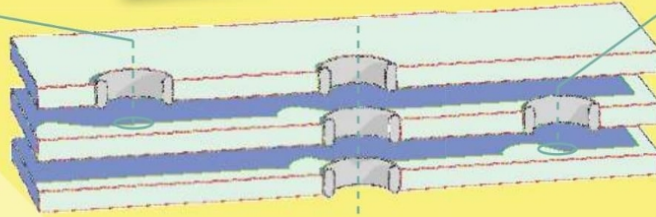
Pistas Mínimo de ancho: 10 mils - 0,254 mm Separación entre pistas: 10 mils - 0,254 mm	Vías Pueden diseñarse de diferentes tamaños pero siempre es preferible adaptarse a los tamaños estándar proveídos por los fabricantes para abaratar costos	Diámetro superior mínimo: 50 mils - 1,27 mm	Tolerancia de perforación del diámetro: 2 mils - 0,05 mm	Tamaño mínimo de perforación: 27,6 mils - 0,70 mm
---	--	---	--	---

Ejemplo de especificaciones de un fabricante. Existe la posibilidad de trabajar con pistas más finas y vias más pequeñas

TIPOS DE VIAS

Blind via

Son vías ciegas que conectan una capa exterior con una interior



Inner via

Son conexiones internas en impresos multicapa. No son visibles en la superficie

PTH (Plated Through Hole)

Perforación de cobre metalizado que atraviesa de lado a lado un impreso, con la finalidad de brindar conexión eléctrica entre los arreglos de pistas de ambas caras. Pueden corresponder a pads ó vias.

Pad

Área de material conductor en un PCB designado para el montaje de componentes. Puede ser una patita de un footprint de un componente SMD o una perforación metalizada para montar un componente (resistencia, capacitor, etc.) ó un integrado through-hole.

Corona (annular ring)

Es el anillo circular remanente luego de la perforación de un pad. Es de sustrato conductor y superficie metalizado.

Foots prints

Huellas de montaje para componentes de montaje superficial (SMT)

Signal layer

Generalmente esta capa externa se usa para ruteado general.

Prepreg

Es una delgada capa de fibra de vidrio impregnada de resina epoxi, aplicada entre 2 capas internas o "cores" de un PCB multilayer. Funciona como pegamento en el proceso de "laminación" del fabricante.

Internal layer

Capa interna de un PCB multicapa. En impresos de 4 capas se las destina a planos de tierra o alimentación, aunque puede ser usada para ruteado general.

Core

Internal layer

Prepreg

Signal layer

Four-Layer PCB (PCB 4 capas):

Es un impreso que cuenta con 4 capas de interconexión. Generalmente se utilizan 2 para ruteado general (las 2 externas) y 2 para planos de tierra y alimentación respectivamente (las internas).

Propiedades eléctricas

Constante dieléctrica (Er)	4.7	1 Mhz
	4.35	500 Mhz
	4.34	1 Ghz
Resistencia eléctrica de la superficie (min)	2 x 10 ^5 Mohms	
Resistencia volumétrica (min)	2 x 10 ^7 Mohms	
Ruptura dieléctrica	55 kV	
Resistencia al arco	100 segundos	

Propiedades térmicas

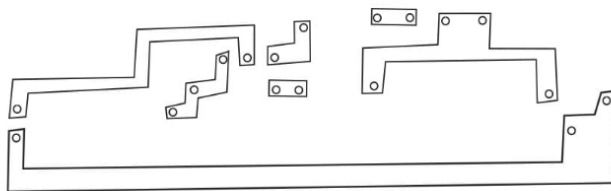
TG: Temperatura de transición del vidrio	135 °C
Coeficiente de expansión térmica	
Eje X:	14 ppm /°C Ambient to Tg
Eje X:	13 ppm /°C Ambient to Tg
Eje y:	175 ppm /°C Ambient to 288

Propiedades físicas

Flamabilidad:	UL94-V-0
Absorción de humedad	<0.25%
Resistencia a la torsión	
1) 40000 psi LW	
2) 50000 psi CW	

CONSTRUCCIÓN DE CIRCUITO IMPRESO

Aprenderemos cómo construir un circuito impreso correspondiente al cargador de baterías que hicimos en el protoboard.



-01

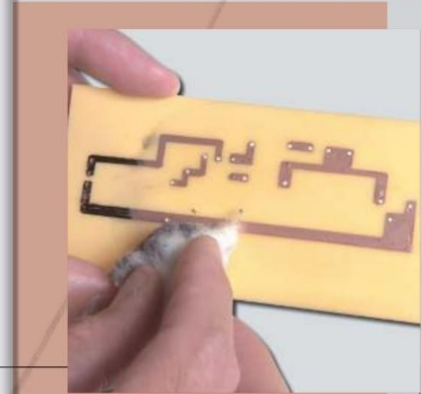


-03



Los materiales que necesitamos son: plaqueta virgen de pertinax o epoxi (de 10 cm x 10 cm), percloruro férrico, lana de acero, guantes de látex, alcohol fino, marcador indeleble, multímetro, alicate, agujereadora y mecha de acero rápido de 1mm.

Con respecto a los componentes electrónicos, necesitamos: 2 diodos 1N4148, 1 resistor de 10 K Ω , 1 resistor de 56 Ω , 1 resistor de 15 Ω , 1 transistor BD140 y una llave simple. Para soldar los componentes a la plaqueta, necesitaremos un soldador de 30 W y estaño. ■



-05



- Plaqueta



- Percloruro



- Marcador



- Tester



- Alicates



- Perforadora



- Diodos



- Resistores



- Transistor



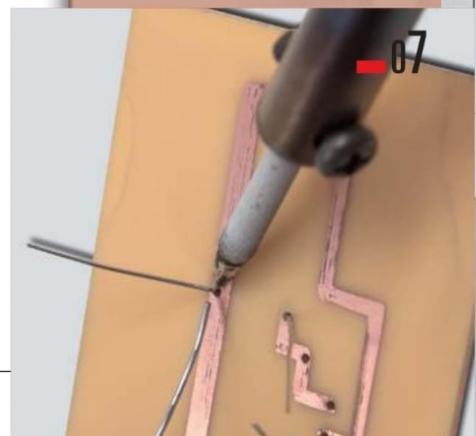
- Llave simple



- Soldador



- Estaño



-07

PASO A PASO

02



01. Lo primero que debemos hacer es diseñar el circuito que queremos desarrollar. Para ello, tenemos que utilizar un marcador indeleble y una plantilla para diseño electrónico (regla de formas). Simplemente deberemos trazar las líneas que corresponden a las pistas y los orificios, que es donde colocaremos los componentes.

04



02. Ahora, superponemos el diagrama del circuito sobre la plaqueta, para realizar las perforaciones donde posteriormente se soldarán los componentes electrónicos. Para ello, utilizamos una perforadora

05. Retiramos la plaqueta del recipiente y la lavamos varios minutos con agua. Recordemos que el percloruro férrico es un ácido, con lo cual deberemos tener mucho cuidado al manipularlo. Secamos la plaqueta y retiramos la tinta del marcador indeleble con una lana de acero. Luego, limpiamos la superficie con papel tisú humedecido en alcohol fino.

06. Una vez que tenemos la plaqueta lista, debemos verificar que las pistas hayan quedado correctamente formadas, del mismo modo que las islas. Para una revisión más exhaustiva, podemos utilizar

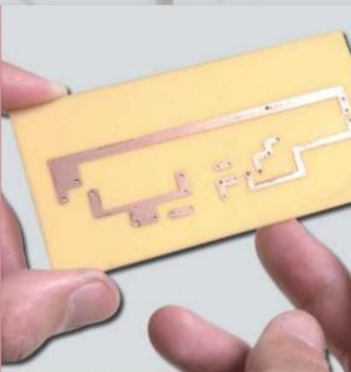


Un diseño prolijo es fundamental para reducir espacios en el circuito.

con mecha de 1 mm. Ésta es una tarea delicada, ya que corremos el riesgo de que se levante alguna isla de la plaqueta. Las islas son las áreas de cobre donde van soldados los componentes y donde se debe perforar.

un multímetro en la función de continuidad o midiendo resistencia. En el caso de que exista un corto entre dos pistas, será necesario eliminar el cobre excedente con un cúter o herramienta similar.

06



03. Una vez que tenemos los orificios creados, copiamos el diseño del circuito (PCB) de la siguiente figura sobre la capa de cobre. Esto lo hacemos con el marcador indeleble. Recordemos que todo lo que esté cubierto con la tinta del marcador indeleble no será atacado por la solución de percloruro férrico.

07. Con la plaqueta en condiciones, colocamos los componentes más pequeños, como los resistores y los diodos. Luego, damos vuelta a la plaqueta y aplicamos la soldadura. Siempre es recomendable que el soldador tenga una buena temperatura, para trabajar mejor con la aleación de estaño.

08



04. Vertimos percloruro férrico en un recipiente plástico o de vidrio y sumergimos la plaqueta en él durante 15 minutos aproximadamente. Pasado el tiempo, retiramos la plaqueta y verificamos que no queden sectores de cobre más que los correspondientes al circuito marcado.

08. A continuación, seguimos con los componentes más grandes, como los capacitores, transistores, integrados y llaves. Esta práctica nos facilitará el proceso de soldado. Finalmente, deberemos cortar con el alicate el alambre excedente de los terminales de los componentes.

SOLDADURA PARA ELECTRÓNICA

En este apartado, conoceremos las principales características de los soldadores y, además, las técnicas que debemos tener en cuenta al momento de realizar soldaduras.



> COMPONENTES



> ESTAÑO



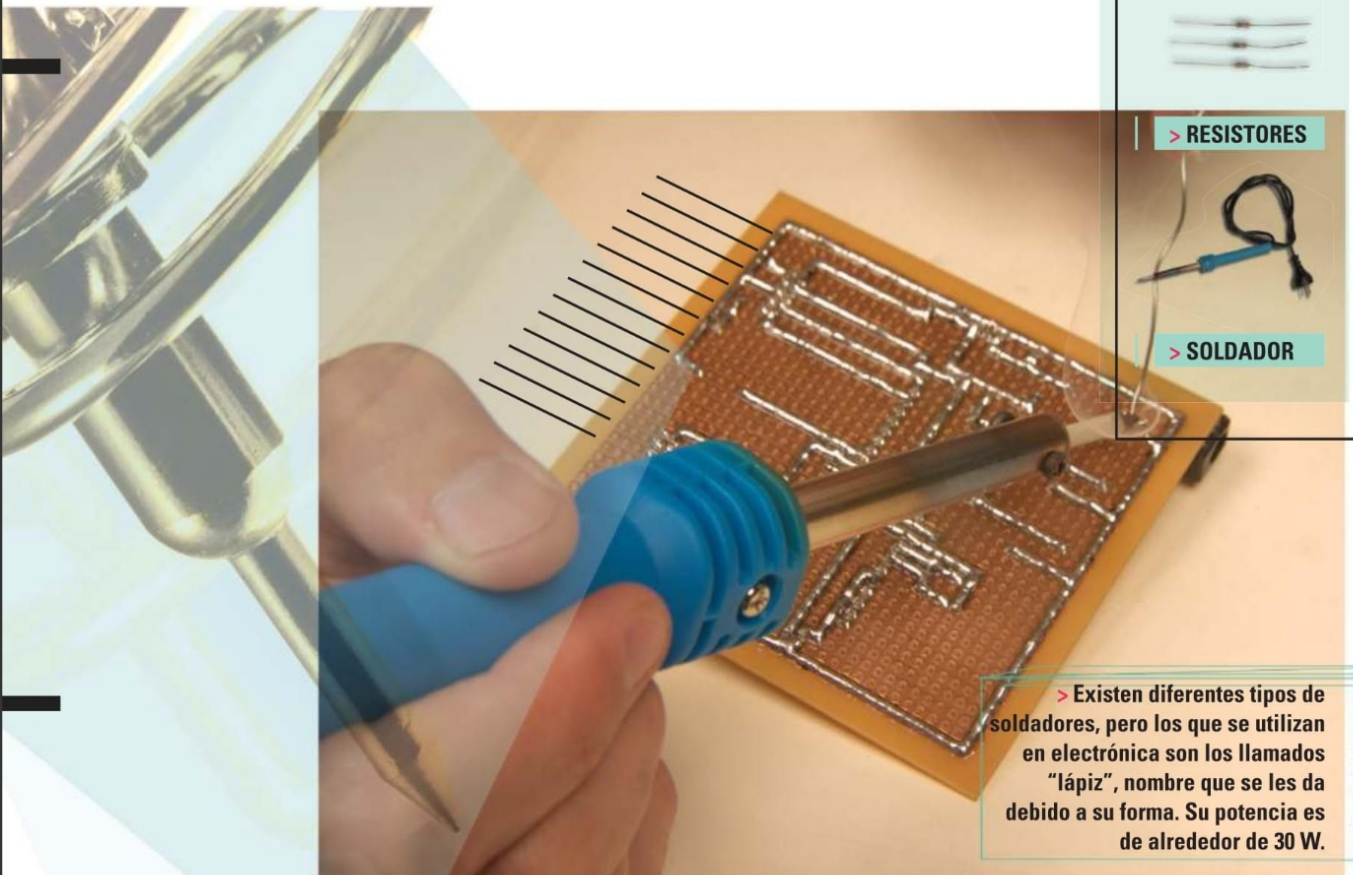
> PLACA UNIVERSAL



> RESISTORES



> SOLDADOR



> Existen diferentes tipos de soldadores, pero los que se utilizan en electrónica son los llamados "lápiz", nombre que se les da debido a su forma. Su potencia es de alrededor de 30 W.

El soldador es una de las herramientas básicas de todo electrónico profesional o hobbista. Con él, podremos unir los componentes electrónicos y las pistas de cobre de los circuitos impresos. Para estos casos, los soldadores empleados son de baja potencia, alrededor de 30 W, para evitar el deterioro de los componentes electrónicos en el

proceso de soldado del circuito. El soldador está formado por una resistencia eléctrica en su interior, una punta de cobre y un mango aislante. Al conectar el cable de alimentación, la resistencia eléctrica se calienta y transmite ese calor a la punta de cobre. Dado que se trata de una herramienta que alcanza temperaturas

elevadas, es conveniente el empleo de un soporte adecuado y necesario cuando lo utilizamos.

Material para soldar

El estaño es el elemento que se utiliza para llevar a cabo la soldadura. En realidad, no se trata de estaño solamente, sino de una aleación de 60% de estaño y 40% de plomo. Además de



> Soldar es bastante sencillo, pero requiere de práctica. Es importante cumplir con los buenos hábitos, como ser: mantener limpia la punta del soldador, aplicar el calor adecuado y la correcta cantidad de estaño.

> SOPORTE CON LUPA PARA CIRCUITOS IMPRESOS



> CARRETE DE ESTAÑO



Todos los elementos para realizar soldaduras ideales: chupador, carrete de estaño y soporte con lupa para circuitos impresos.

estos dos materiales, posee una resina, la cual permite realizar una buena soldadura y proteger las superficies de la temperatura del soldador. Físicamente, es un alambre de textura blanda. Se vende en carretes y existen distintos espesores, como de 0,5 mm, 1 mm, entre otros, dependiendo el tamaño del área por soldar.

Proceso de soldado

El proceso de soldado consiste en unir, tanto mecánica como electrónicamente, un componente electrónico con la correspondiente pista de cobre, con un soldador y estaño.

Una vez que el soldador alcanzó la temperatura de operación, deberemos tener la precaución de que su punta esté limpia. Para ello, podemos emplear un cepillo o un trozo de tela de jean. Nunca debemos usar materiales que la rayen. Las partes que se vayan a soldar tienen que estar limpias y libres de impurezas. Una buena prác-

Los soldadores empleados son de baja potencia y manejan alrededor de 30 watts.

tica es estañarlas previamente. Ahora sí, estamos listos para soldar. Tomamos con una mano el soldador y, con la otra, un trozo de estaño. Calentamos entre 2 y 3 segundos el área por soldar y, sin quitar el soldador, le aplicamos el alambre de estaño. Rápidamente quitamos este último y, luego, el soldador, con el fin de permitir que se enfríe la soldadura. No debemos forzar el enfriamiento de la

> COMPUESTO DE "FLUX"



superficie, ya que esto puede derivar en una mala soldadura.

Dependiendo del tamaño de la zona que tenemos que soldar, va a variar la cantidad de estaño necesario. Si aplicamos poca cantidad, aunque va a conducir la electricidad, la soldadura no va a tener una adecuada resistencia mecánica, con lo cual puede desoldarse fácilmente. Si aplicamos estaño en exceso, corremos el riesgo de poner en corto las pistas del circuito impreso al desbordarse el estaño. En general, con unos pocos milímetros es suficiente.

Debemos aplicar para la soldadura el calor justo y necesario ya que si, nos excedemos, es probable que se dañen los componentes o que se levanten las pistas del circuito impreso. Por otro lado, si aplicamos poco calor, se puede realizar una soldadura "fría", que a simple vista es opaca y tendrá poca resistencia mecánica y baja conductividad eléctrica.

Desoldado

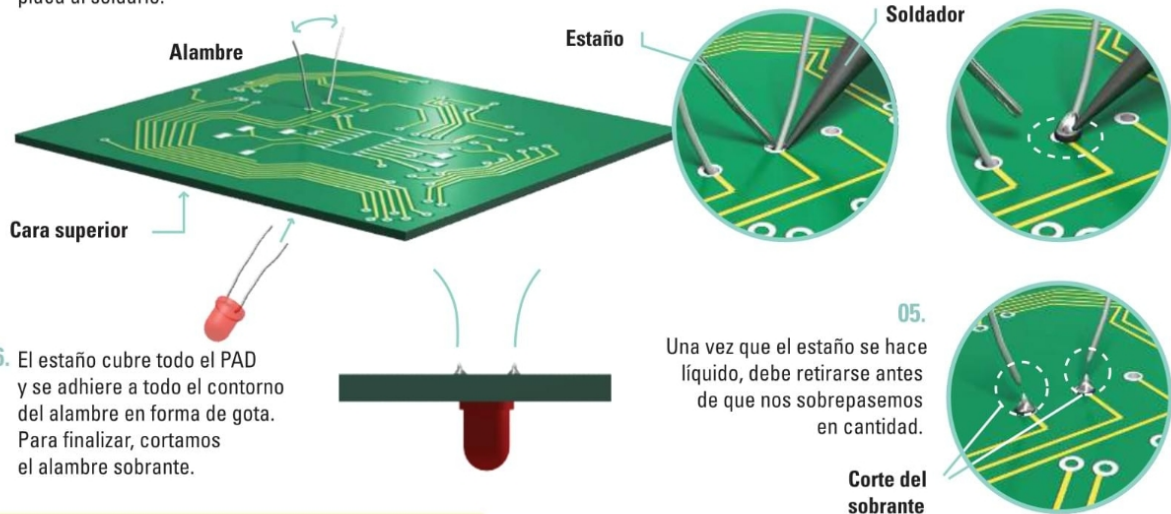
Existen varios métodos para desoldar componentes electrónicos. Uno de ellos es mediante el uso de un **desoldador (chupador de estaño)**. Básicamente, este dispositivo es una bomba de succión formada, en general, por un cilindro de aluminio, el cual tiene en su interior un émbolo accionado por un resorte. Posee una punta por la que se succiona el estaño y un pulsador que libera el resorte que desplaza el émbolo y produce la succión. El procedimiento de uso es bastante simple. Primero, preparamos el desoldador, accionando el émbolo. Luego, apoyamos su punta sobre el estaño que necesita ser quitado. Seguidamente, apoyamos la punta del soldador sobre el área por desoldarse. Después de unos pocos segundos, cuando se funde el estaño, accionamos el pulsador del desoldador y se produce, así, la succión del estaño. Este proceso se deberá repetir si aún quedan restos de estaño. ■

TÉCNICAS DE SOLDADO

Una técnica es una serie de pasos a seguir que nos aseguran la resolución de una tarea en forma apropiada. Las siguientes son técnicas de soldado de componentes e integrados through-hole y SMD. Veamos de qué se trata.

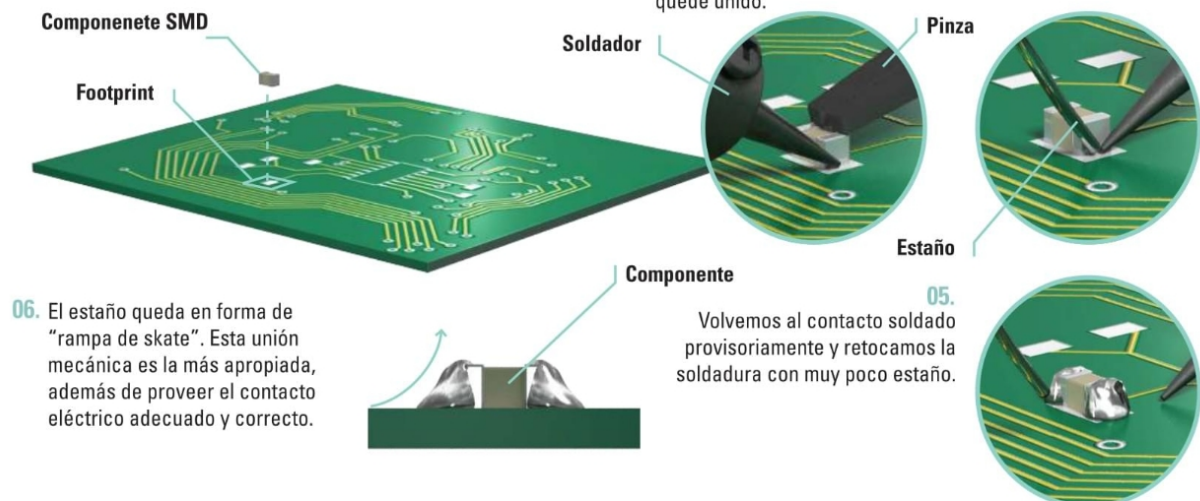
SOLDADO DE COMPONENTES THROUGH HOLE

01. Se inserta el componente sobre la cara. Se flexionan los alambres del componente, para que no se caiga de la placa al soldarlo.
02. Se debe precalentar el PAD y la base del alambre donde se llevará a cabo la soldadura.
03. Soldado: el estaño debe apoyarse sobre el PAD y la cara opuesta a la punta del soldador.
04. Se debe rodear el PAD con el soldador, para que el estaño derretido se adhiera al alambre.



SOLDADO DE COMPONENTES SMD

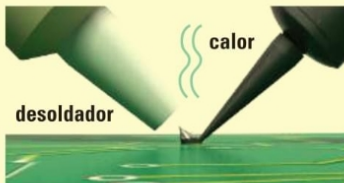
01. Se calienta el footprint SMD donde se soldará el componente. Una delgada película de estaño quedará adherida sobre él.
02. Estañamos apenas la punta del soldador, y depositamos una pequeñísima cantidad de estaño sobre uno de los contactos del componente.
03. Apoyamos el componente sobre el footprint y lo presionamos levemente con la pinza. Aplicamos el soldador sobre el contacto para que el componente quede unido.
04. Pasamos al contacto opuesto, y luego lo soldamos con una pequeña cantidad de estaño, retirando siempre hacia arriba el soldador.



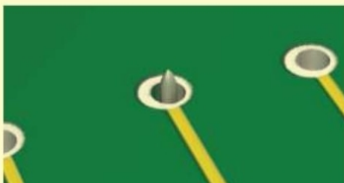
TÉCNICAS DE DESOLDADO DE DISTINTOS TIPOS DE COMPONENTES

DESOLDADO DE COMPONENTES E INTEGRADOS THROUGH - HOLE

Es necesario, antes que nada, calentar bien el punto por desoldar; fundir el estaño y succionarlo con el desoldador. A veces hay que derretir una pequeña cantidad de estaño sobre el soldado anterior.



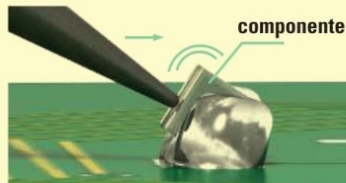
Deberemos retirar velozmente la punta del desoldador y succionar el estaño. El estaño succionado restante se irá liberando por el pico cada vez que se accione la corredera del desoldador. El PAD queda finalmente abierto y sin dañarse por sobrettemperatura.



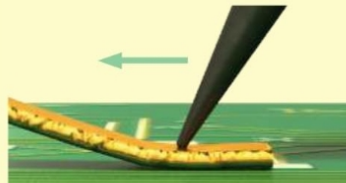
En general se procede de la misma manera pin por pin. Lo mejor es calentar toda la hilera de pines y usar una pinza de fuerza para extraer el componente en cuestión.

DESOLDADO DE COMPONENTES SMD

Con la punta del soldador preestañado o aplicando una pequeñísima cantidad de estaño sobre las soldaduras, derretimos cada unión una vez, hasta asegurarnos de que el estaño fluya de manera correcta.



Mientras lo hacemos, ejerceremos presión sobre los costados para mover el componente. Podemos sujetar el componente con la pinza fina por su cuerpo, pero quizás dificulte la maniobra dependiendo del circuito. Lo más fácil es trabajar simplemente con el soldador.



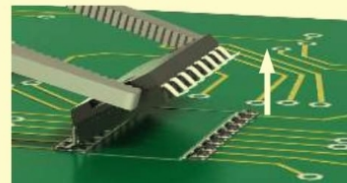
Hay que calentar ambas uniones, derritiendo una y pasando rápidamente a la otra. Luego de quitar el componente, conviene limpiarlo con cinta de desoldar.

DESOLDADO DE INTEGRADOS SMD

Aplicamos flux sobre las hileras soldadas de pines. Puede depositarse un poco de estaño para ayudar a derretir el estaño sólido cuando se aplique el soldador.



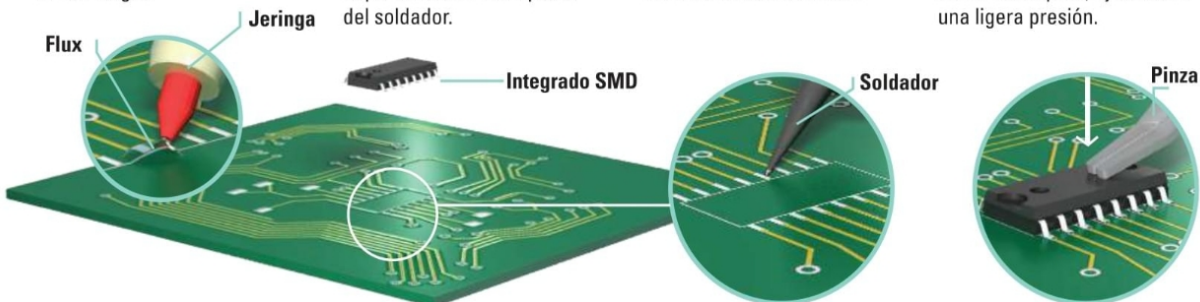
El impreso debe estar bien afirmado para poder hacer fuerza con una pinza de sujeción. Se debe intentar calentar toda la hilera al mismo tiempo, utilizando la mayor área posible del soldador. A medida que afloja el estaño, se debe levantar primero una hilera y luego, la otra.



Para finalizar el proceso, luego de quitar el integrado conviene limpiar el footprint con cinta de desoldar (solder wick) para eliminar así, excesos de estaño en la superficie.

SOLDADO DE INTEGRADOS SMD

01. Debemos limpiar bien el footprint con alcohol isopropílico y luego aplicar el flux en gel.
02. Debe preestañarse la superficie de los pads depositando una delgada capa de estaño en la punta del soldador.
03. Se barren las dos hileras en forma de pinceladas. No debemos excedernos en la cantidad de estaño.
04. Luego de limpiar otra vez con alcohol y aplicar flux, se debe colocar el componente SMT sobre el footprint, ejerciendo una ligera presión.



06. Se aplica flux y se realiza el soldado definitivo depositando una pequeña gota de estaño sobre el primer pin de una hilera. Luego se esparce sobre los demás usando el soldador como un pincel.



05. Se sueldan 2 pines diagonalmente opuestos, apenas apoyando el soldador. El preestañado se fundirá debajo de los pines.

