

Fabricación de PCB

Introducción

PCB son las siglas de "Circuito Impreso" ("Printed Circuit Board"), que definen a una placa que permite sustentar e interconectar componentes eléctricos. Esta placa se fabrica empleando un material no conductor (p.e. fibra de vidrio). Para la interconexión se emplean delgadas pistas de un material conductor (p.e. láminas de cobre).

Existen varios métodos de fabricación de PCBs. El más utilizado a nivel industrial es el fresado con fresa mecánica o por láser. Para utilizar este método es necesario disponer de un equipo específico de un precio bastante elevado. En este caso, una vez diseñado el circuito se traspa la información del mismo, por medio de un fichero de uso común en la industria (formato GERBER), el cual instruye a la máquina de control numérico sobre por dónde debe taladrar y cortar el cobre.

La máquina contornea las pistas, separando eléctricamente cada nodo del circuito, y taladra también todos los puntos de la placa. El proceso es de una gran precisión, bastante mejor que el proceso fotolitográfico, incluyendo el taladrado de los pad y las vías del circuito.

En este manual se describirá el proceso fotolitográfico. Una vez diseñado el fotolito, se imprime en papel transparente (puede ser papel vegetal), y dicho dibujo se transfiere a una placa de fibra de vidrio (u otra sustancia que sirva de soporte rígido), recubierta de una capa de cobre y sobre ésta una película fotosensible. Este método es rápido y barato, para pequeñas tiradas. Funciona bien para placas con una y dos caras de cobre. El principal inconveniente es que hay que taladrar después las placas manualmente. Además, si el pcb es a doble cara (cobre por ambos lados), es complicado que encajen bien ambas caras.

El equipo necesario para este proceso es muy barato, pudiendo hacerse con componentes de uso corriente, de forma artesanal. De hecho, es el método usado por las personas aficionadas al diseño electrónico como hobby.

Material necesario

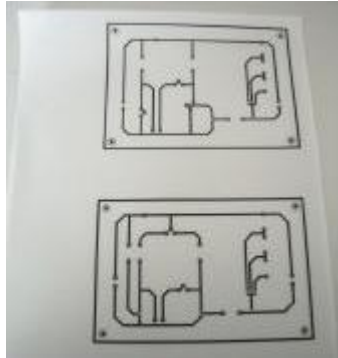
El material necesario para la fabricación de un circuito impreso es el siguiente:

1. Placa de PCB positiva a una cara
2. Insoladora UV
3. Líquido revelador
4. Agua oxigenada (H₂O₂) 110 vols
5. Aguafuerte (ácido clorhídrico, o sulfumán)
6. Agua DI, o agua corriente en su defecto
7. Acetona industrial

El material se encuentra disponible en la sala de revelado del Departamento de Ingeniería Electrónica, por lo que no es necesario que el alumno lo adquiera.

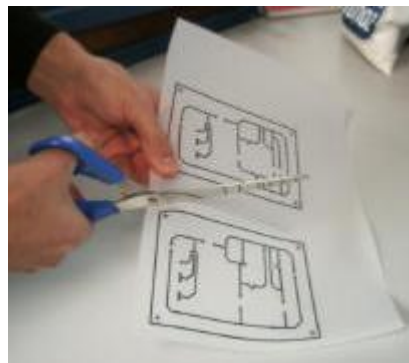
Diseño e impresión del PCBs

1. Con la ayuda de un PC y la de un software de diseño de PCBs.
2. Imprimir el PCB en papel de acetato. Recuerda que todo lo que salga impreso se verá reflejado posteriormente en la placa.

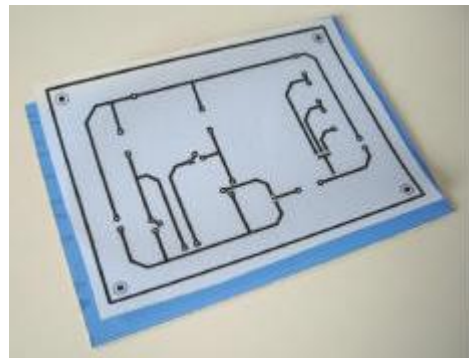


Puesta a punto del entorno de trabajo

1. Recortar la silueta del circuito, dejando un margen de aproximadamente medio centímetro.



2. Usar la guillotina CON PRECAUCIÓN para recortar la placa con un tamaño ligeramente superior al del circuito recortado del acetato (margen de medio centímetro al menos).



3. A continuación prepararemos los líquidos que utilizaremos para el revelado de las placas



Preparar Líquido Revelador

1. Disolvemos una pequeña cantidad de bicarbonato de sosa (1 cuchara sopera) en 1 litro de agua. Emplear para ello un vaso de medida con capacidad suficiente. El líquido revelador recién preparado presenta un aspecto transparente. Se trata una solución reutilizable, por lo que conviene conservarla en un bote. Con el uso, va tomando un color cobrizo debido a la resina que se desprende de las placas al sumergirlas en dicha solución.
2. Verter la solución resultante en una de las bandejas de plástico. Precaución con no salpicar fuera del recipiente.



Preparación del líquido atacante

1. Para la preparación del líquido atacante seguiremos la siguiente proporción:
 - a. 1 parte de agua fuerte (100cc en el manual)
 - b. 1 parte de agua oxigenada (100cc en el manual)
 - c. 2 partes de agua (200cc en el manual)

Precaución con las salpicaduras al mezclar los líquidos.

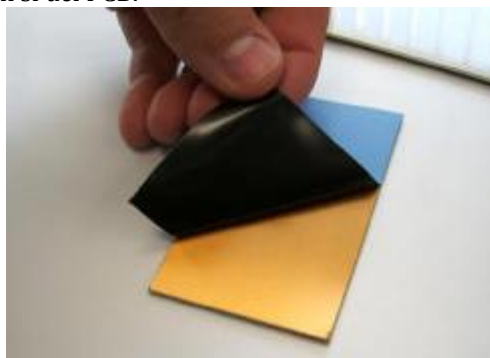


2. Verter la disolución resultante en la otra bandeja de plástico. Precaución con no salpicar fuera del recipiente.



Preparación PCB

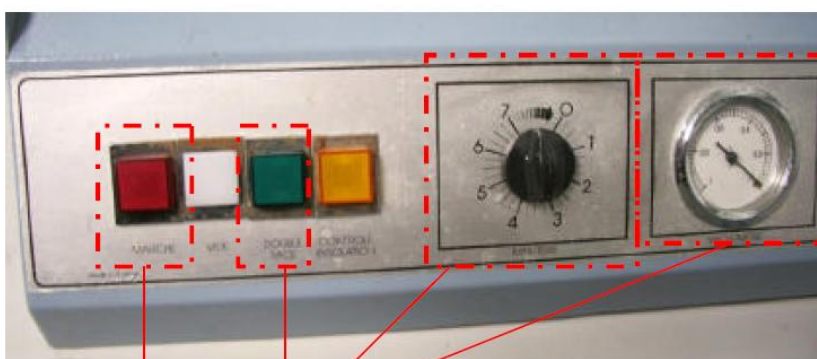
A continuación procederemos con el revelado en si del PCB.



Haremos uso de una herramienta disponible en el laboratorio para conseguir unos mejores resultados en el revelado de la placa: la insoladora de rayos UV. Los rayos UV eliminan la resina que cubre la cara fotosensible de la placa positiva, en aquellas zonas expuestas directamente a la luz.



El cuadro de mandos de la insoladora que disponemos es bastante sencillo:



- ✂ Indicador de vacío
- ✂ Temporizador de exposición a UV. (OJO: puesta en marcha automática)
- ✂ Revelados a doble cara
- ✂ Puesta en marcha de la succionadora

1. En los siguientes pasos, trabajaremos con el mínimo de luz posible, ya que descubriremos la interfaz fotosensible de la placa positiva para trabajar con ella. Cualquier exposición imprevista a la luz puede afectar al resultado final del revelado.

2. Despegamos la cubierta adhesiva de la placa para dejar al descubierto su cara fotosensible. Colocamos la placa descubierta con su cara fotosensible hacia arriba, y sobre ella, centrado, colocamos el acetato con el circuito impreso. OJO con la orientación del acetato sobre la placa: Se imprimirá en la placa el dibujo del circuito que se vea desde nuestra posición de observador.



3. La insoladora del laboratorio dispone de un sistema de vacío para acoplar perfectamente el diseño del acetato sobre la placa, optimizando el revelado de la placa.
 - a. Limpiar la superficie tanto de la placa como del acetato, para evitar que se impriman partículas de suciedad en el revelado.
 - b. Bajar la cubierta de plástico sobre la placa (cuidado con no soltar de golpe la cubierta, puede romper el cristal de soporte de la insoladora). Prestar atención al acetato para evitar que se descentre.



- c. Accionar la succionadora. Observaremos que en unos segundos el indicador de vacío apuntará valores cercanos a 0,8. Tras esto el nivel de vacío será el adecuado para activar la insoladora, aunque antes eliminaremos las burbujas de aire que hayan podido quedar entre la placa y la cubierta de plástico.



4. Cerramos la cubierta metálica de la insoladora. Giramos el temporizador hasta que marque unos 2 minutos de tiempo de exposición



5. Antes de levantar de nuevo la cubierta de la insoladora, apagamos la succionadora y esperamos unos 30 segundos a que deje cese el vacío entre la cubierta de plástico y el soporte de cristal sobre el que está la placa. **MUCHO CUIDADO** con no levantar la cubierta de plástico antes, el cristal de soporte puede caer y romperse.



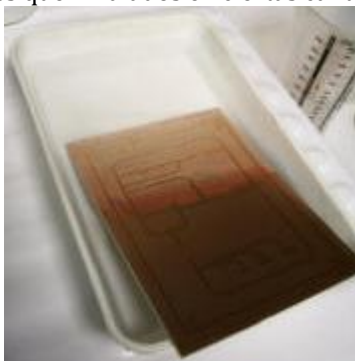
Una vez saquemos la placa de la insoladora, se puede observar con el reflejo de la luz cómo las zonas de la placa cubiertas durante la exposición por la tinta del acetato tienen un color ligeramente diferente al del resto de la placa, ya que aún se conserva la resina en ella. En cualquier caso, no se aconseja exponer aun la placa a la luz, ya que aún no ha acabado el proceso de revelado.

6. De ahora en adelante es aconsejable el uso de guantes de látex, para evitar el contacto directo de los líquidos que manipulemos con la piel. También es recomendable el uso de una campana de extracción de gases como la que dispone el laboratorio de revelado, la cual activaremos en este momento. En su defecto, asegurarse de que la habitación donde trabajamos está correctamente ventilada, procurando tener una ventana abierta cerca de nuestra zona de trabajo.
7. El siguiente paso será sumergir la placa en el líquido revelador que hemos preparado. El líquido revelador actuará de capa protectora sobre las zonas de la placa que no han sido insoladas, evitando que en un paso posterior el ácido las ataque y elimine el cobre que hay en ellas. Con este fin, agitaremos con suavidad la placa dentro de la bandeja tal y como se ve en la ilustración para acelerar este proceso, que no nos llevará más de 3 o 4 minutos. Por último, sacaremos la placa de la bandeja, la enjuagaremos y la escurriremos un poco, evitando el contacto con las zonas de la placa que conservan aun la resina.



Observamos que el líquido revelador va intensificando su color cobrizo a medida que la placa se va desprendiendo de su resina. Transcurridos unos minutos, las zonas que han conservado la resina (pistas del circuito en nuestro caso) se hacen visibles sobre el resto de la superficie de la placa.

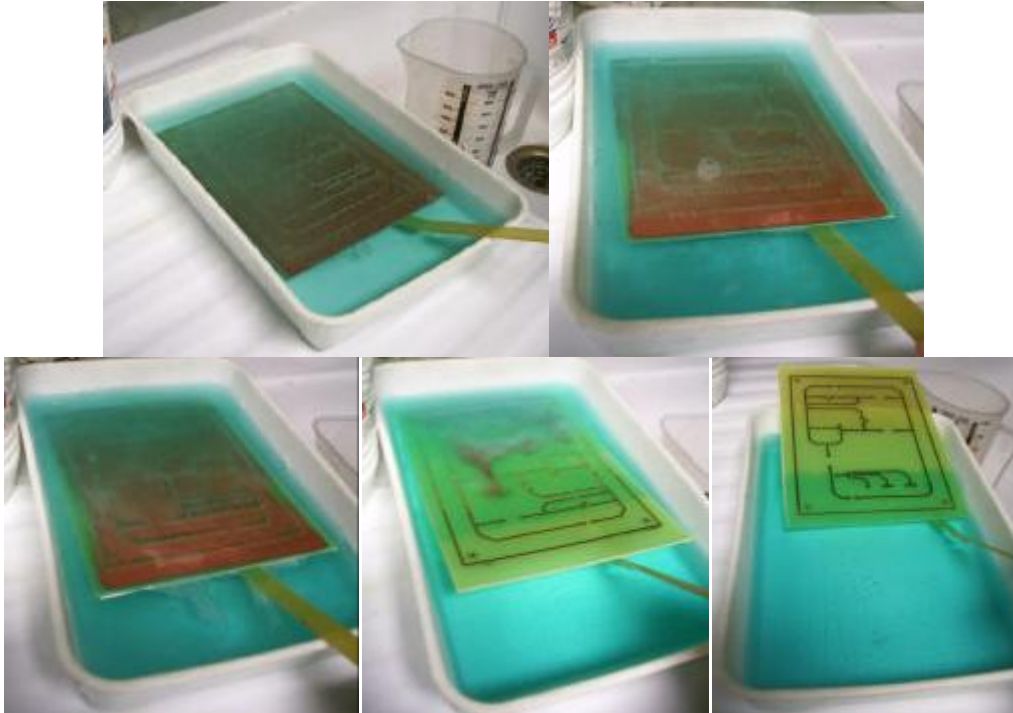
8. Sumergimos la placa en la bandeja del líquido atacante CON MUCHO CUIDADO DE NO SALPICARNOS. Es importante que una vez sumergida la placa nos mantengamos FUERA DE LA VERTICAL en la que se encuentra la bandeja, ya que la reacción del ácido sobre la placa liberará gases ascendentes que inhalados en ciertas cantidades son nocivos para la salud.



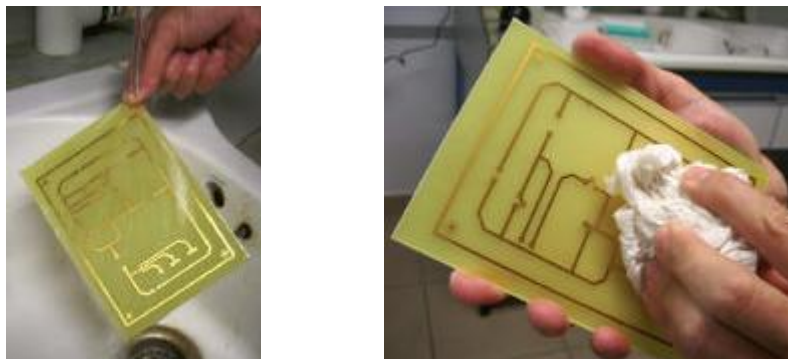
El ácido atacará y disolverá en unos minutos el cobre de las zonas que no han sido protegidas por el líquido revelador. Podemos acelerar este proceso agitando la placa dentro de la bandeja como se muestra en la ilustración, con cuidado de no salpicar ácido fuera de la bandeja.



El ácido apenas puede reutilizarse, ya que pierde su fuerza corrosiva rápidamente con el paso de los minutos. Se puede observar que el cobre al disolverse va tiñendo al líquido atacante de un color azulado.



9. Por último sólo nos queda enjuagar bien la placa ya revelada, y secarla bien.



10. Si se desea, se pueden recortar los bordes de la placa con la guillotina para reducir sus dimensiones
11. A la hora de recoger los líquidos utilizados para el revelado, procederemos de la siguiente manera:
 - a. Líquido revelador: puede reutilizarse en revelados posteriores, por lo que es buena idea almacenarlo en un bote de plástico
 - b. Líquido atacante: aunque después de su uso pierda fuerza corrosiva, verterlo directamente en el desagüe puede dañar las tuberías. Por ello es conveniente almacenarlo en una garrafa que el servicio de tratamiento de residuos de la universidad recoge y trata adecuadamente.



PARA TERMINAR, NO OLVIDAR DEJARLO TODO LIMPIO Y RECOGIDO.

Aplicado de acetona al PCB

Tras el revelado del PCB, sobre el circuito impreso aún permanece una capa de resina que protege al cobre de la oxidación. Esta capa nos impide soldar las pistas de cobre con los componentes del circuito, ya que repele al estaño caliente de las soldaduras, por lo que procederemos a su eliminación.

Una vez eliminada la resina, es conveniente no postergar el resto del proceso de montaje de la placa, ya que el efecto de la oxidación sobre las pistas puede hacerse notar con el paso de los días.

Para aplicar la resina, verteremos una cantidad generosa de acetona sobre un algodón, o directamente sobre la superficie rutada de la placa. A continuación frotaremos profusamente el rutado de las pistas, observando que a medida que la resina se desprende de la placa, las pistas van adquiriendo un color mate.

Es importante que insistamos con la eliminación de la resina. Restos de resina no eliminados de la placa pueden derivar en problemas de conexión del circuito cuando lo estemos testeando, una vez soldados los componentes, además de dificultar en sobremanera el propio proceso de soldadura.

Taladrado del PCB

El siguiente paso será el taladrado de los pads presentes en la placa. Estos pads se corresponden con el patillaje de distintos tipos de componentes, y debemos tener en cuenta que no todos los componentes tendrán el mismo diámetro en sus patillas.

1. Preparar la superficie sobre la que taladrar: obviamente no taladraremos directamente sobre una mesa, sino que debemos colocar algo que la proteja de ser dañada. Una buena opción sería colocar alguna placa de metal resistente sobre la mesa, y sobre ella un par de capas de cartón, que ofrecen poca resistencia a ser perforadas, evitando dañar la broca cuando atravesase el PCB. Sobre el cartón colocaremos el PCB listo para ser perforado.
2. CON EL TALADRO DESCONECTADO DE LA CORRIENTE ELECTRICA, procedemos a colocar la broca seleccionada en el taladro para perforar la placa.
3. Conectamos el taladro a la corriente eléctrica y procedemos a perforar la placa.
 - a. Sujeta el taladro firmemente con una mano, alejada de la punta rotatoria del mismo, para evitar quemaduras. Así mismo, sujeta con firmeza la placa del PCB con la otra mano, para evitar que la punta del taladro patine sobre la placa.
 - b. Las perforaciones se han de realizar siempre en trayectoria perpendicular a la placa, atravesando con la punta de la broca el PCB sin brusquedades. Un manejo agresivo del taladro provocará la rotura de la broca.

- c. Una vez perforada la placa, ten cuidado de no atravesar las capas de cartón situadas bajo el PCB, para evitar contactar con la placa de metal que situamos para proteger la mesa.
- d. Si tienes que hacer muchas perforaciones, reposa el taladro cada cierto tiempo para evitar que se caliente en exceso.

Soldadura de componentes

La soldadura blanda es el proceso mediante el que se realiza la unión de dos piezas de metal, empleando un metal de aportación con bajo punto de fusión (por debajo de 450°C e inferior al punto de fusión de los metales a unir).

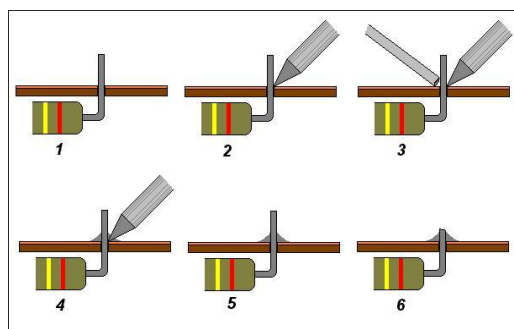
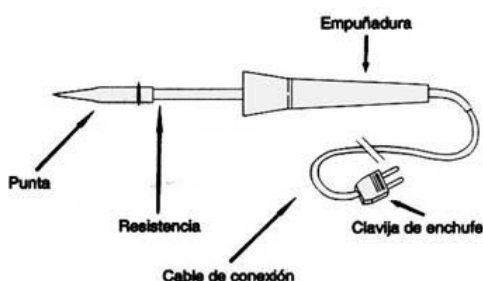
En nuestro caso, la soldadura persigue no sólo la conexión mecánica, sino también la eléctrica entre el terminal del componente con el pad de la placa PCB. El metal de aportación empleado es una aleación compuesta por estaño, plata o plomo (Este último en desuso en Europa desde el 2006 debido a la normativa RoHS)

Comentemos algunos aspectos:

- Limpieza. En ocasiones quedan restos de resina en los pads, aparece oxidación en el cobre o en los terminales. Cualquiera de estos elementos impide la correcta soldadura.
- Fundente (flux). Tiene como funcionalidades: la eliminación del óxido así como mejorar las características de mojado de la soldadura (reducción de la tensión superficial).
- Los hilos de aleación de estaño empleados, suelen llevar un núcleo de fundente.
- Si realizamos un aporte de calor excesivo, el componente puede degradarse
- Los componentes se empiezan a soldar **por orden altura de menor a mayor**. Esto nos permite apoyar la placa boca abajo con la superficie a soldar por arriba y que el componente no se salga de su lugar.

Los pasos para una soldadura manual son:

1. insertar el terminal en el orificio realizado
2. acercar la punta del soldador y tocar terminal+pad
3. acercar el hilo de estaño al terminal (sin tocar la punta del soldador). Si la temperatura es adecuada, se realizará un aporte de estaño, procediéndose a retirar el hilo, pero manteniendo el soldador
4. si se mantiene unos instantes, se produce una distribución uniforme, pudiéndose retirar la punta del soldador
5. mantener inmóvil el componente durante unos instantes, hasta que se enfríe el estaño y se obtenga la clásica forma cónica
6. cortar el exceso de patillas



Comprobaciones

Una vez revelada la placa es recomendable realizar una inspección visual para detectar posibles fallos. Los dos defectos básicos son:

1. fallo por circuito abierto: se produce una rotura en una pista.
2. fallo por cortocircuito: existe conexión eléctrica entre pistas adyacentes.

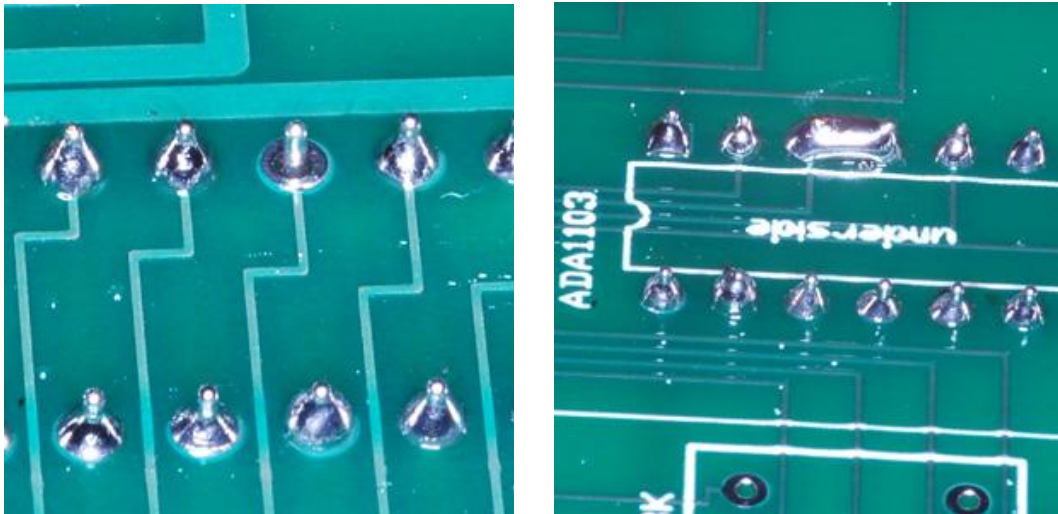
En el proceso de fabricación por revelado, un exceso de ataque químico tiene 1 como resultado, mientras que el defecto provoca 2.

Cuando se termina el proceso de soldadura es recomendable realizar algunas comprobaciones previas a la puesta en funcionamiento.

1. Una soldadura incorrecta puede provocar un fallo por circuitoabierto
2. Un exceso de estaño puede provocar fallo por cortocircuito

Podemos emplear el multímetro en modo comprobación de continuidad para detectar:

- La correcta conexión de unos componentes con otros
- Que existe aislamiento con pistas adyacentes.



Ejemplos de deficiencias en la soldadura