

Técnicas de montaje de circuitos impresos

Jose Juan Fernández de Dios
Javier Caride Ulloa

21 de marzo de 2006

Resumen

Este documento no trata de ser un manual exhaustivo de montajes electrónicos, si no más bien una guía para aquellos que estén empezando en el tema. A través de un enfoque fundamentalmente práctico se muestran los conceptos y técnicas más importantes necesarias para la fabricación y montaje de una placa de circuito impreso.

Basado en:

- *Soldaduras*, por Javier Diéguez Gómez (ACTE), 2001.
- *Guía Práctica de Montajes Electrónicos*, por Emilio López Matos y José Carlos García Valladares (ACTE), 1998.
- *Taller de montajes electrónicos sobre PCB*, por Emilio José Pérez González (RCT), 1994.

Índice general

1. Introducción	4
1.1. Consideraciones generales de diseño	5
1.2. Realización de prototipos	7
1.2.1. Placas entrenadoras (protoboard)	8
1.2.2. Placas pre-taladradas	10
1.2.3. Placas impresas	11
2. Realización de circuitos impresos	12
2.1. Protección directa del cobre	13
2.2. Impresión fotográfica de las pistas en la placa (fotograbado)	14
2.2.1. Insolado	15
2.2.2. Revelado	18
2.3. Atacado	19
2.4. Finalización	21
3. Soldado y ensamblaje de los componentes	23
3.1. Taladrado de la placa	23
3.2. Soldado de componentes con soldador	25
3.2.1. La herramienta	25
3.2.2. La soldadura	26
3.3. Soldar componentes SMD (montaje de superficie)	28
3.3.1. Mediante un soldador convencional	29
3.3.2. Mediante una estación de aire caliente	30

3.3.3. Mediante un horno	31
3.4. Finalización de la placa	31
4. Guía rápida	32
4.1. Diseño	32
4.2. Fotograbado	32
4.3. Mecanizado y soldado	33

PRELIMINAR

Capítulo 1

Introducción

Una placa de circuito impreso es una plancha de material rígido aislante, cubierta por unas pistas de cobre por una de sus caras o por ambas para servir como conexiones entre los distintos componentes que se montarán sobre ella. La materia prima consiste en esa plancha aislante, típicamente fibra de vidrio, cubierta completamente por una lámina de cobre. Dependiendo del tipo de placa, el cobre puede ir a su vez protegido por una capa de resina fotosensible.

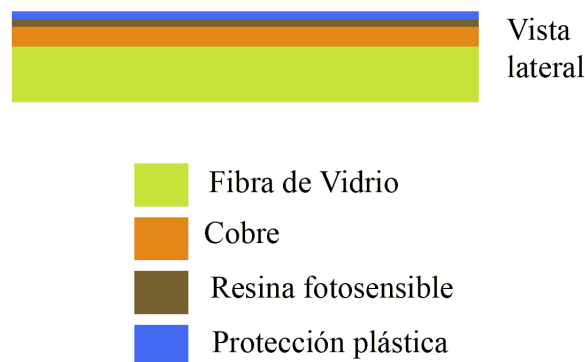


Figura 1.1: Capas de una placa de circuito impreso

En la realización de un circuito electrónico se pueden distinguir tres etapas fundamentales: el diseño, la prueba, el montaje final.

El diseño El objetivo de etapa es definir el “dibujo” que formarán las pistas de cobre sobre la placa. Generalmente se hace en dos fases; en primer lugar, partiendo de las especificaciones sobre la funcionalidad del circuito se deciden los componentes a utilizar y las interconexiones necesarias entre ellos. Después, con toda esa información se define la *máscara*: la colocación física de los componentes sobre la placa, y la forma física de las

conexiones entre ellos. En montajes muy sencillos no es raro que se prescinda de alguna de las dos etapas.

La prueba Después de diseñado el circuito en papel es imprescindible probarlo para comprobar si funciona como se esperaba. Al igual que en cualquier otro proceso de fabricación, cuanto antes se detecten los problemas menos cuesta solucionarlos; por ese motivo es muy conveniente realizar las pruebas antes de completar el montaje definitivo, para evitar gastar placa, componentes, y más tiempo del necesario. En ciertos casos se pueden realizar algunas pruebas incluso antes de diseñar el circuito, por ejemplo para probar por separado cada componente de los que se esperan utilizar.

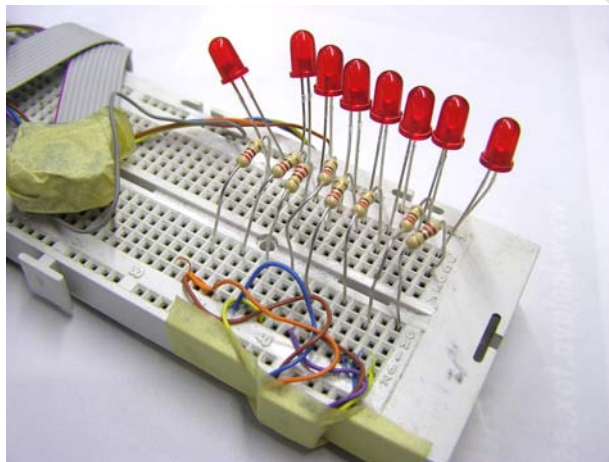


Figura 1.2: Placa de prototipos

El montaje final Cuando hemos comprobado el correcto funcionamiento del prototipo podemos pasar a hacer el montaje definitivo en una placa de circuito impreso, afinando el diseño, creando la placa de circuito impreso definitiva, y soldando todos los componentes necesarios, o bien enviando a fábrica el diseño. Por supuesto, una vez montado el circuito final es necesario volver a probarlo, pero si las etapas anteriores se completaron cuidadosamente es raro encontrar aquí errores graves.

1.1. Consideraciones generales de diseño

Esta serie de indicaciones son muy generales, pero no se aplican en todos los casos. Puede ser interesante leerlas como cultura general y luego poner en práctica las que sean aplicables en cada situación.

1. Hay que estudiar la colocación de los componentes teniendo en cuenta la interconexión, interferencias electromagnéticas e interferencias térmicas.

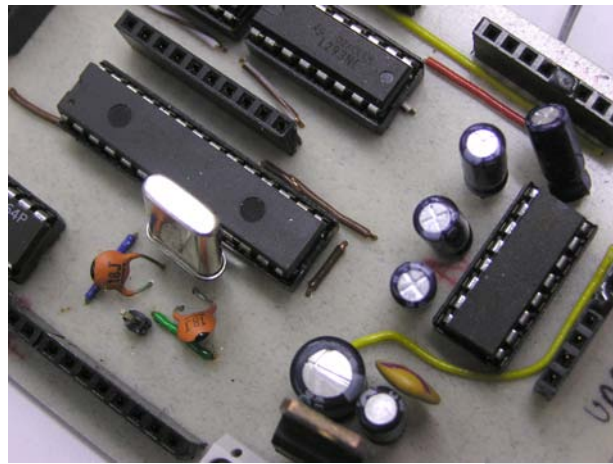


Figura 1.3: Placa final

2. No poner pistas ni colocar componentes cerca de los bordes de las placas donde puedan tener contacto con los tornillos de fijación, guías o con la caja.
3. Poner puntos de test en la placa donde se pueda conectar instrumental fácilmente. Usar conectores para separar bloques funcionales y así facilitar su comprobación. Reestudiar siempre el diseño desde el punto de vista de la depuración y medición.
4. Diseñar de forma estandarizada y modular. De ese modo se podrá reutilizar partes del diseño PCB en circuitos nuevos. Recordar que los mayores costes de la ingeniería son los relacionados con la I+D.
5. No olvidar las leyes de Murphy: “todo diseño genera un producto difícil de ensamblar e imposible de reparar”.
6. En los circuitos de alta velocidad tener en cuenta la capacidad entre líneas.
7. Cualquier componente debe poder cambiarse sin necesidad de quitar otros.
8. Hacer PADS grandes (puntos de conexión del componente con la pista) para componentes que por su peso (transformador) o uso (botonera) puedan tensionar la PCB.
9. En los circuitos de alta frecuencia los componentes deben estar cercanos y las patas de los mismos deben ser lo más cortas posible. Lo ideal es emplear SMD (montaje superficial).
10. Las bobinas y transformadores deben orientarse para disminuir acoplamientos (en perpendicular unos de otros).
11. Tener en cuenta la influencia que puede tener un componente que disipa mucha energía sobre otro de características que son dependientes de la temperatura.

12. Los componentes con peso considerable deben fijarse a la placa mediante bridas, pegamento, soldadura, etc.
13. Diseñar los soportes de los componentes de modo que sean resistentes a cambios de tamaño. Esto puede ocurrir a menudo con componentes pasivos, transformadores, etc.
14. Verifique que la impresora no genere discontinuidades y que imprima a la escala correcta.
15. Antes de hacer la placa verifique cuidadosamente la interconexión y numeración de cada pin de los circuitos integrados.
16. Llenar con planos de masa toda la parte de la placa que no lleve pistas.
17. Dimensionar las pistas teniendo en cuenta la máxima corriente que deban conducir.
18. Tener en cuenta el espacio necesario para obtener aislamiento entre pistas cuando se trabaja con alta tensión.
19. Para reducir el acoplamiento entre líneas en una placa de RF, es conveniente separar las líneas por un camino de masa. Lo mismo para señales en cable plano. En ambos casos se reduce la inductancia y capacidad parásita entre líneas.
20. En circuitos digitales se puede reducir el ruido de conmutación conectando:
 - Condensador cerámico de 0.1uF entre Vcc y Gnd de cada circuito integrado lo más cercano posible a éste.
 - Un condensador de 10uF por cada 10 integrados.
 - Un condensador de 47uF o más junto a la entrada de alimentación de cada placa.
21. En placas con partes analógicas y digitales, separe cada uno de los bloques y use una masa analógica y otra digital. Ambas deben estar unidas mediante un filtro paso bajo que permita filtrar el ruido producido por la conmutación digital.
22. En los bloques analógicos que trabajen con bajas tensiones diseñe cuidadosamente los caminos de tierra para evitar lazos.

1.2. Realización de prototipos

Antes de hacer el montaje final es muy recomendable probar su funcionamiento en una placa de prototipado rápido, para comprobar que el esquema eléctrico sea correcto y que todos los componentes funcionan como se espera de ellos. Sin embargo hay circuitos que no es factible o práctico montar en placa de prototipos, y no quedará más remedio que probarlo por partes, o realizar un prototipo sobre PCB.

En cada caso concreto habrá que decidir cuál es la alternativa que más tiempo va a ahorrar a la hora de probar el circuito, e incluso si vale la pena intentar montar el circuito final sin haberlo probado antes.

1.2.1. Placas entrenadoras (protoboard)

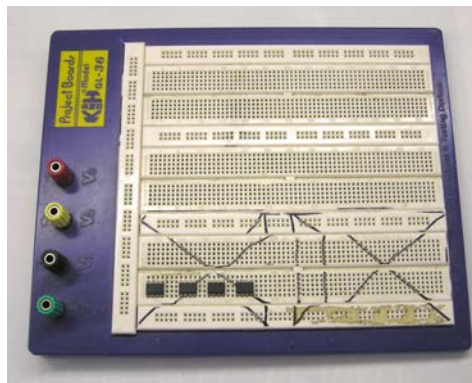


Figura 1.4: Protoboard

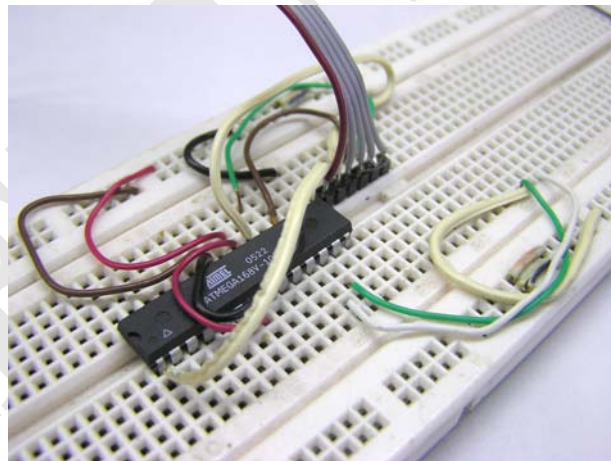


Figura 1.5: Protoboard con un montaje

La placa entrenadora está compuesta por unas matrices de puntos de conexión donde poder introducir las patillas de casi todos los tipos de componentes que existen. Los puntos de inserción están interconectados de la forma que se ve en la figura.

Estas placas no son cómodas en circuitos muy complejos, donde los cables se van acumulando y la probabilidad de una conexión errónea o un falso contacto se hace muy elevada. Sin

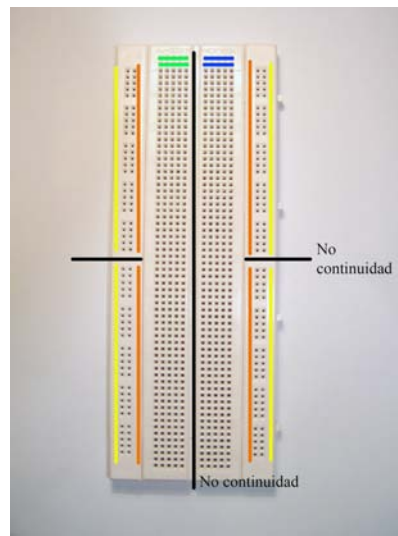


Figura 1.6: Esquema de las conexiones internas de una protoboard

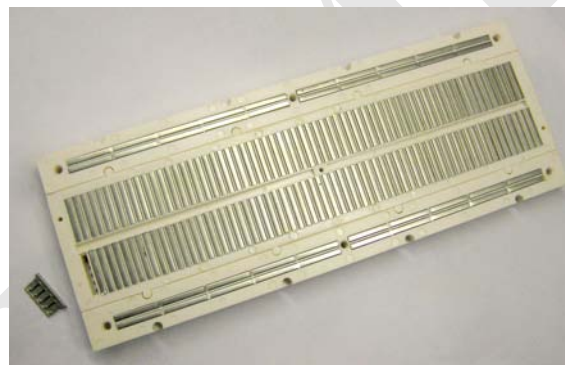


Figura 1.7: Detalle de la fabricación de una protoboard

embargo, son especialmente recomendables en circuitos no demasiado complejos pero muy variables, donde no está nada claro qué componentes harán falta o la interconexión necesaria entre ellos.

Por el tamaño de las conexiones no son utilizables en circuitos de radiofrecuencia.

Consejo: los cables apropiados para hacer de puentes entre los terminales de los diferentes componentes deben ser con cubierta plástica, rígidos, y la parte que pelemos no debe ser demasiado larga (aproximadamente 4mm), pues puede producir cortocircuitos en la placa.

1.2.2. Placas pre-taladradas

Además de las placas entrenadoras, si el circuito es pequeño también se pueden utilizar placas pretaladradas para hacer el prototipo o incluso el dispositivo final. Las placas pretaladradas son PCBs que ya traen una matriz agujeros periódicamente a la distancia estándar entre patillas (100 milésimas de pulgada). Cada agujero tiene su PAD (a menudo ya estañado), y éstos pueden estar desconectados o interconectados en tiras.

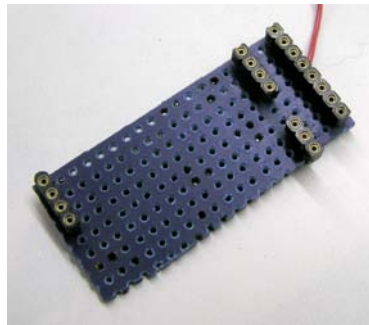


Figura 1.8: Placa pretaladrada

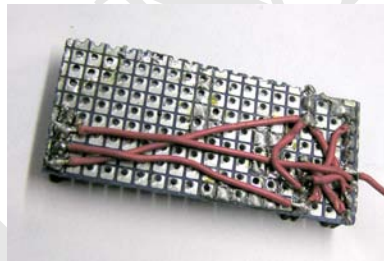


Figura 1.9: Soldaduras en una placa pretaladrada

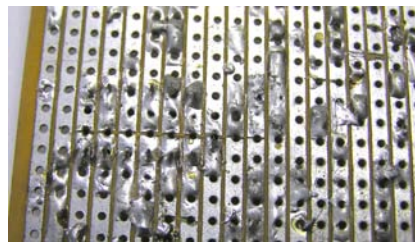


Figura 1.10: Detalle de soldaduras y cortes en una placa de tiras usada varias veces

Para usarlas, se sueldan los componentes como si se tratase de un circuito hecho a medida, y las conexiones entre patillas se realizan con puentes, cortocircuitando PADs con estaño, o aprovechando las conexiones que vienen hechas en placas de tiras. En este último caso, será necesario cortar la tira con un cutter en los puntos donde no se desee una conexión.

1.2.3. Placas impresas

Como última alternativa, puede ser conveniente diseñar una placa provisional para hacer las pruebas antes de la placa definitiva. Dependiendo de la complejidad, frecuencia de trabajo, etc. del circuito a montar, ésta puede ser la mejor opción. La placa de pruebas será más grande que la definitiva, con los componentes más separados, y con previsión para cortar conexiones o para soldar diferentes componentes en pruebas (por ejemplo, si no se está seguro de qué componente dará las mejores prestaciones). También es recomendable utilizar zócalos para todos los integrados.

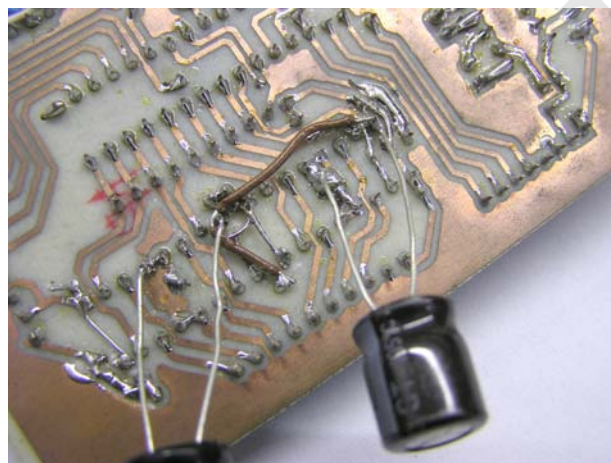


Figura 1.11: Placa de pruebas tras algunas pruebas

Para cuando se acaban las pruebas, generalmente la placa de pruebas tiene una buena cantidad de sus pistas cortadas y posiblemente vueltas a soldar, componentes soldados entre pista y pista donde no se esperaba colocar componentes, y algunos puentes y cortocircuitos.

En resumen: se trata de hacer un diseño previo al definitivo teniendo especialmente en cuenta la facilidad para probar la placa, corregir posibles errores, e introducir los cambios necesarios. Una vez que, gracias a ella, se obtiene el diseño definitivo, se puede diseñar la placa final de una forma más compacta, eliminando los componentes descartados, etc.

Ésto no quiere decir que en la placa final no se deba tener en cuenta la facilidad para localizar los errores, si no todo lo contrario. Simplemente hay que remarcar que a la hora de hacer una placa de pruebas esa consideración es la de mayor prioridad, por encima de cualquier otra.

Capítulo 2

Realización de circuitos impresos

Sin duda, el método de fabricación con el que mejores resultados se puede conseguir es el envío del diseño a una empresa especializada para su fabricación. Este método es inabordable económicamente para la fabricación de un pequeño número de placas (menos de 50-100), pero es la única alternativa para la realización de placas con más de dos caras.

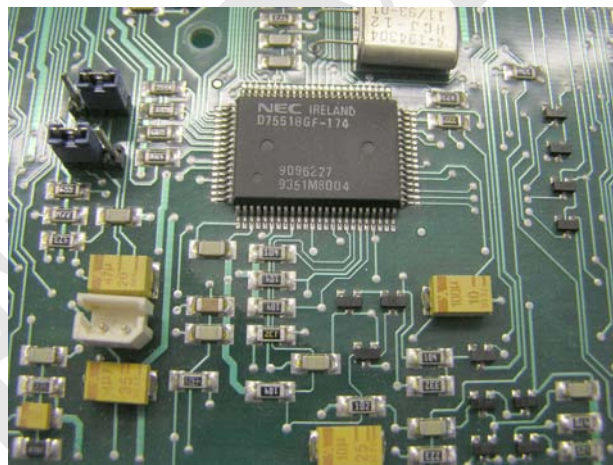


Figura 2.1: Placa enviada a fábrica

Toda la dificultad del proceso consiste en la correcta interpretación de las especificaciones dadas por el fabricante: capas del diseño que se deben utilizar y dimensiones mínimas de los elementos (pads, pistas, etc.). Se puede decir que este método no tiene parte *artesanal*, y no será tratado en este documento.

Todos los procedimientos manuales parten de una placa cubierta enteramente por una lámina de cobre, y pasan por la eliminación del cobre indeseado, permitiendo que quede cobre únicamente donde deba haber pistas. Para ello se empieza por proteger el cobre en las zonas donde deba permanecer, para luego disolver el resto en un baño químico.

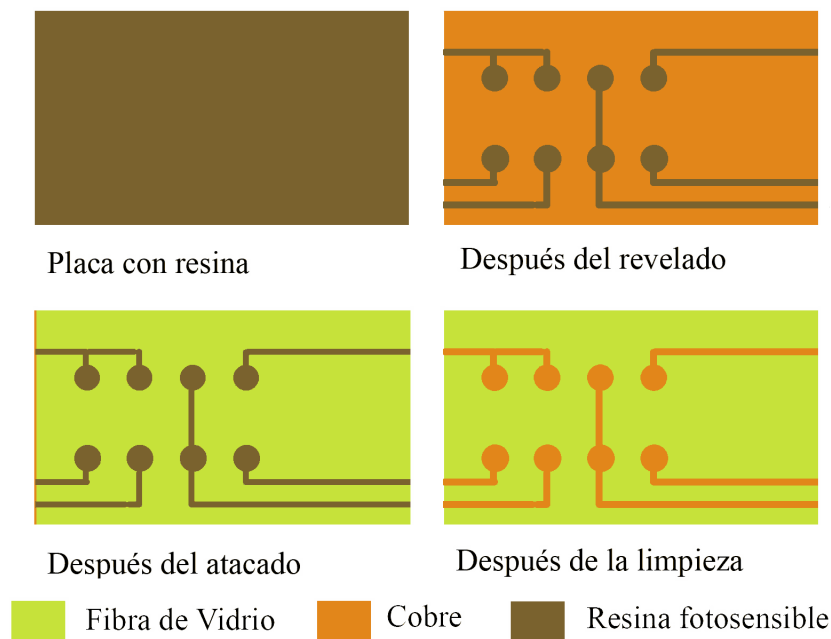


Figura 2.2: Pasos típicos en la fabricación de un circuito

CONSEJO: Si el circuito diseñado no tiene un número grande de componentes y no se trata de una aplicación de alta calidad, a menudo lo más rápido y sencillo es montarlo sobre placa pretaladrada.

2.1. Protección directa del cobre

La forma más sencilla de proteger el cobre donde deba haber pistas es cubrirlo directamente con alguna sustancia resistente al atacado químico posterior. Al ser un procedimiento enteramente manual, no se puede conseguir fácilmente una precisión inferior a aproximadamente 1mm, y por tanto este método sólo es útil para placas sencillas y con separaciones grandes entre patas.

Como no se va a utilizar un procedimiento de fotograbado, la materia prima necesaria es placa virgen, es decir, la base (fibra de vidrio, baquelita...) cubierta únicamente por el cobre. La alternativa más típica consiste en *pintar* literalmente las pistas sobre el cobre con un rotulador indeleble. La tinta del rotulador queda adherida al cobre formando una capa que es prácticamente insoluble a los productos usados para el atacado posterior. Otra alternativa consiste en recortar tiras de cinta adhesiva y pegarlas sobre la superficie de la placa siguiendo el diseño que deban tener las pistas.

Por supuesto, si se necesita realizar más de una placa será necesario repetir todo el trabajo para cada una de ellas.

2.2. Impresión fotográfica de las pistas en la placa (fotograbado)

Para poder realizar el fotograbado es necesario utilizar una placa especial sensibilizada, es decir, una placa de circuito impreso en la que el cobre viene cubierto por una capa de resina fotosensible. Dicha resina posee unas propiedades químicas que se ven alteradas por la exposición a la luz ultravioleta, lo que permitirá disolver la laca protectora sólo en las zonas donde se deba eliminar después el cobre.

Para limitar la exposición de la luz a ciertas zonas de la placa se utiliza un *fotolito* o *máscara*, que no es más que una transparencia realizada típicamente en acetato o papel cebolla con un dibujo que representa las pistas del circuito deseado.

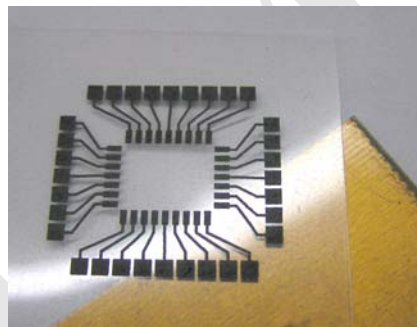


Figura 2.3: Máscara en acetato y placa sensibilizada

Existen dos tipos de placas sensibilizadas: positivas y negativas. En la placa positiva (la más común), la resina no es soluble en el revelador, aunque se vuelve soluble al exponerla a la luz ultravioleta. Una transparencia impresa para placa positiva, por tanto, debe ser opaca sobre las pistas y transparente en los espacios entre ellas. En la placa negativa el comportamiento es el inverso: la resina es soluble hasta que recibe una cantidad suficiente de radiación que la fija, y por tanto deberemos imprimir en negro las zonas donde *no* debe quedar cobre. La placa más utilizada es la placa positiva.

Al comprar placa positiva suele venir con una protección adhesiva contra la luz, que no se debe retirar hasta el último momento. Aún así, la sustancia fotosensible no necesita que trabajemos a oscuras.

También hay sprays que permiten sensibilizar placas vírgenes, pero el resultado es peor que empleando placa ya sensible, y el ahorro suele ser insignificante.



Figura 2.4: Placa positiva recién comprada

La máscara se puede preparar de dos formas: pintando directamente sobre ella con un rotulador negro, o realizando todo el diseño en un ordenador e imprimiendo el resultado sobre la transparencia. El primer método tiene la misma pega que la protección directa manual del cobre en cuanto a la precisión, pero cuenta con la ventaja de que permite fabricar varias placas sin tener que repetir el dibujo de cada vez.

CONSEJO: Si no se dispone de una impresora capaz de imprimir sobre transparencia se puede imprimir sobre papel normal, y fotocopiar el diseño sobre una transparencia en una librería. También se puede utilizar papel cebolla en vez del acetato, aunque el contraste conseguido entre zonas transparentes y oscuras suele ser inferior.

CONSEJO: Es conveniente cortar la placa antes de retirar la protección, para evitar rallazos en la resina que provocarían cortes en las pistas del circuito final.

CONSEJO: Una vez obtenida la transparencia podemos repasar las pistas que estén en mal estado con un rotulador permanente de color negro.

2.2.1. Insolado

Para trasladar el diseño de la máscara a la resina fotosensible se procede al insolado. Éste consiste en cubrir la placa con la máscara y aplicar luz durante un cierto tiempo. Para ello se suele utilizar una insoladora, que no es más que una caja opaca con tubos fluorescentes de luz actínica (con un gran contenido de radiación ultravioleta, para acelerar el insolado) donde se coloca la placa con la máscara. De este modo se consigue que sólo reciba luz la resina bajo las zonas transparentes de la máscara, mientras que el resto queda protegida por el tóner o la tinta.



Figura 2.5: Insoladora

La cantidad de luz necesaria para activar la resina depende del tipo de placa. El tiempo de insolación dependerá por tanto de la placa, así como de la potencia luminosa de la insoladora, el tipo de máscara, etc. Si se desconoce el tiempo necesario para un caso concreto, el mejor método para averiguarlo es por prueba y error. Este tiempo estará limitado por la calidad de la transparencia: cuanto más opacas sean las zonas negras, mejor protegida de la luz estará la resina que no se debe activar, y por tanto se podrá aplicar más luz sin que haya problemas; de forma similar, cuanto más claras sean las zonas transparentes más luz las atravesará y por tanto se podrá conseguir un buen resultado con menos tiempo.

Se puede decir que el tiempo mínimo de insolación viene limitado por lo opaca que sea la transparencia, mientras que el tiempo máximo depende de lo transparente que sea la tinta. El margen de tiempos en que se puede conseguir un buen resultado dependerá, por tanto, del *contraste* de la transparencia.

Hay que tener cuidado con la posición en que se pone la máscara, ya que es muy fácil despistarse y ponerla al revés. Para evitar confusiones suele ser útil marcar el diseño con unas letras o un logotipo que identifiquen claramente en que posición se ha de poner, leyéndose al derecho si la máscara está bien puesta. En caso contrario, se puede deducir la colocación de la máscara teniendo en cuenta que las pistas en el cobre seguirán exactamente el dibujo en la máscara y que los componentes se colocan por la otra cara de la placa, simplemente identificando alguna patilla de un integrado.

Si el insolado ha salido bien, generalmente se puede apreciar a simple vista el sutil cambio de color de la resina activada.

CHAPUZA: Si por error se insoló una placa poniendo la máscara al revés hay componentes que no tienen problema, como las resistencias o condensadores, pero hay otros que no pueden ser montados porque los pines no coinciden donde deberían estar. Lo que se puede hacer para aprovechar la placa es soldar esos componentes por el lado de las pistas de cobre.

AHORRO: Es posible insolar una placa con una lámpara normal, aunque hay que cuidar que la luz sea lo más homogénea posible sobre la superficie de toda la placa, y el tiempo necesario aumentará mucho.

CONSEJO: Si al imprimir no se consigue una opacidad suficiente en las zonas que deben quedar cubiertas, se pueden pegar juntas dos copias idénticas del circuito. Esta técnica no es muy recomendable con papel cebolla, pero con acetato suele dar buenos resultados.

CONSEJO: Un tiempo de exposición típico para una insoladora de 4 tubos es de unos 2 minutos, aunque esa cifra puede variar mucho en función de otros parámetros.

CONSEJO: Podemos fabricar nuestra insoladora con tubos fluorescentes blancos, que son más baratos que los negros (los usados por insoladoras comerciales). También necesitaremos un cristal translúcido y una caja donde alojar todo.

CONSEJO: Para que el dibujo de la máscara se imprima sobre la placa de forma precisa es necesario que durante el insolado estén perfectamente juntas, sin que queden arrugas o burbujas entre ellas. Para evitarlas la mayoría de insoladoras dispone de una espuma que presionará la placa contra la transparencia.

PRECAUCIÓN: No expongáis vuestra vista a la luz actínica. Sus componentes ultravioleta pueden dañar las células de los ojos.

AHORRO: Puede construirse una insoladora casera montando en una caja opaca unos tubos fluorescentes (a poder ser de luz actínica, aunque también valen los blancos), y un cristal translúcido para apoyar la placa sobre ellos y difuminar la luz. También es recomendable pegar una espuma bajo la tapa, de forma que al cerrarla presiones la placa contra la transparencia y el cristal. Si se utiliza luz actínica es importante que la tapa cierre bien para evitar daños a la vista.



Figura 2.6: Insoladora casera

2.2.2. Revelado

Una vez insolada la placa, toda la resina correspondiente a las zonas en que no debe quedar cobre está lista para ser disuelta en un baño químico, mientras que la resina que debe quedar sobre las pistas de cobre se mantendrá insoluble a lo largo de todo el proceso. El siguiente paso es precisamente la eliminación de toda la resina sobrante, para dejar luego el cobre expuesto al ataque final.

Para ello se suele sumergir la placa insolada en un disolvente (el revelador): se vierte una cierta cantidad de líquido revelador (lo suficiente para cubrir completamente la placa) en un recipiente de fondo plano y se introduce la placa. Durante el revelado es conveniente mover ligeramente el recipiente para provocar un flujo del líquido sobre la placa.

El tiempo que debe estar la placa sumergida en el revelador no es crítico, como durante el insolado, y además tiene la ventaja de que durante el revelado se ve la placa, por lo que se sabrá a simple vista cuándo se puede retirar. Sin embargo, si se mantiene demasiado tiempo podría acabar disolviéndose también la resina que no fue expuesta a la luz, con lo que tendríamos una bonita placa virgen.

Si el revelado tarda demasiado (más de 2 o 3 minutos), puede deberse a un insolado insuficiente o a una concentración del revelador demasiado baja. Si por el contrario al poco tiempo de introducir la placa en el revelador desaparece *toda* la resina, probablemente se haya insolado la placa demasiado tiempo.

Una vez terminado el revelado es necesario lavar bien la placa para eliminar todos los restos de revelador (cualquier resto de revelador reducirá la potencia del atacador en la siguiente etapa).

En este momento, ya disponemos de una placa “virgen” con el cobre cubierto por resina protectora únicamente sobre las pistas que deben quedar en el circuito.

CHAPUZA: Si al terminar el revelado observamos que hay alguna pista sobre la que desapareció demasiada resina, o con algún corte, se puede reforzar con un rotulador indeleble antes del atacado. Por otra parte, si aún quedan restos de resina en alguna zona donde no debería haberla, se puede rascar con un cutter.

COMPRAR: En las tiendas de electrónica se suele vender el revelador en sobres de polvo, con la cantidad justa para disolver en un litro de agua. Para disolverlo rápidamente es conveniente que el agua esté algo caliente; de lo contrario el polvo tardará un rato en deshacerse.

AHORRO: La alternativa del hombre pobre consiste en utilizar sosa cáustica, vendida en droguerías y ferreterías por un precio sensiblemente inferior. Es fácil encontrarla en escamas o en granos, en botes de 1Kg. La proporción en que se debe rebajar con agua es necesario calcularla por prueba y error, aunque probablemente sea cercana a un tapón de sosa por litro de agua.

PRECAUCIÓN: La sosa cáustica es muy corrosiva, y puede causar graves quemaduras. En

caso de mancharse con revelador, es necesario lavarse con agua abundante. El manejo de la placa es conveniente hacerlo con unas pinzas plásticas, con cuidado de no rayar la resina.

2.3. Atacado

Ahora debemos eliminar las partes de cobre que quedaron desprotegidas. En el procedimiento puramente manual serán las partes que no fueron cubiertas con el rotulador; en el fotográfico las que fueron activadas por la luz y después reveladas. Para ello hay dos métodos:

- Utilizar una solución de cloruro férrico en agua. En el comercio se vende ya un bote con “garbanzos” de cloruro, para llenar de agua y realizar la solución con la concentración exacta, o bien ya disuelto.
- Utilizar una solución ácida rápida. Esta opción es más cara y peligrosa que la anterior pero ofrece mejores resultados y es más rápida.

El atacado utilizando cloruro férrico es un procedimiento razonablemente lento (de 15 a 30 minutos) y muy dependiente de la temperatura del líquido. Se debe disolver algo de cloruro férrico en la cantidad necesaria de agua, para luego sumergir en ella la placa revelada. La concentración no es crítica pero tendrá efecto sobre el tiempo necesario para completar el proceso. Para acelerar el atacado, es conveniente que el líquido esté caliente (a unos 30°), y a poder ser bien oxigenado.



Figura 2.7: Cloruro férrico

El cloruro férrico no es peligroso si cae sobre la piel, pero es conveniente lavarlo cuanto antes y mancha mucho.

La otra alternativa es el atacador rápido, que consiste en un ácido para disolver el cobre y un reductor para limpiar la superficie de la placa y permitir actuar al ácido. El procedimiento es muy similar al usado con el revelador: se vierte la cantidad necesaria de disolución en un recipiente limpio y se sumerge en él la placa, moviendo ligeramente el recipiente para renovar el atacador en contacto con la placa. El proceso termina cuando se observa que ya no queda cobre entre las pistas; si la mezcla estaba bien no debería tardar más de 5 minutos, aunque eso depende mucho de las concentraciones y la cantidad de cobre a disolver.

Si el revelado fue defectuoso, también lo será el atacado. Si quedaban restos de resina entre pistas, el atacador no será capaz de retirar correctamente el cobre. Si por el contrario toda la resina estaba demasiado debilitada, toda la placa resultará atacada, provocando cortes o incluso la desaparición completa de pistas. Si el problema fue un revelado insuficiente pero se supone que el insolado fue correcto, es posible lavar la placa y volver a bañarla en el revelador.

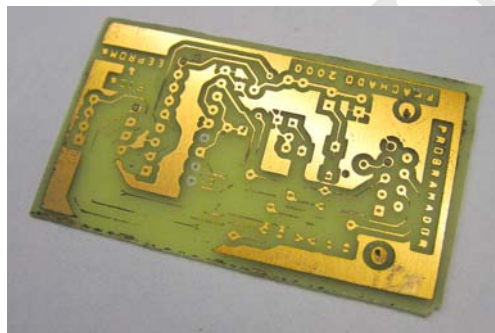


Figura 2.8: Placa tras un grabado defectuoso

Una vez completado el atacado de nuevo es necesario lavar bien la placa para evitar que los restos de ácido corroan el cobre de las pistas.

PRECAUCION: Al igual que el revelador, el atacador es muy corrosivo y si entra en contacto con la piel es necesario lavarse con agua abundante. Además durante el atacado se generan gases tóxicos (cloro), por lo que es necesario realizarlo en un lugar bien ventilado.

COMPRAS: La solución rápida se vende en el comercio en dos botes o sobres diferentes, uno con cada componente denominados típicamente “S” y “L”. Se debe rebajar las concentraciones de cada bote con agua en la proporción indicada y en el momento de su uso, mezclar ambos líquidos.

AHORRO: Como alternativa barata al atacador rápido de tienda se puede utilizar una disolución de ácido clorhídrico (sulfumán, aguafuerte) y agua oxigenada. El ácido clorhídrico puede conseguirse en cualquier ferretería o droguería, pero el agua oxigenada es necesario que sea de farmacia, de 110 volúmenes (la típica del botiquín suele ser de 10 volúmenes; no tiene la concentración suficiente). La mezcla se puede realizar en el momento de fabricar la placa, y suele constar de un 25 % de ácido, un 25 % de agua oxigenada, y un 50 % de agua. Que el atacado tarde mucho en empezar suele indicar una falta de agua oxigenada. Si por el contrario empieza

rápido pero tarda demasiado en terminar probablemente se deba a una falta de ácido o una mala limpieza de la placa tras el revelado.



Figura 2.9: Ácido clorhídrico y agua oxigenada

CONSEJO: Utilizar en todas las fases del proceso diferentes recipientes para las distintas soluciones; además deben ser plásticos. Los utensilios que introduzcáis en las mismas para manejar el circuito deben ser plásticos también.

AHORRO: Si no se dispone de probetas para medir la cantidad de cada líquido, se puede hacer a ojo, echando aproximadamente a partes iguales ácido y agua oxigenada y luego diluyendo. Las proporciones no son críticas, por lo que con un poco de práctica se puede hacer una buena mezcla a la primera.

2.4. Finalización

Una vez terminado el atacado, la placa ya tiene las pistas dibujadas en cobre. Sobre el metal aún quedan los restos de la resina (o del rotulador permanente, si se hizo a mano), que imposibilitarán la soldadura de los componentes. Antes de soldar, por tanto, es necesario terminar de limpiar la placa.

Para ello se pueden utilizar dos métodos: disolver la resina o la tinta indeleble con un disolvente común (alcohol, acetona, etc.), o volver a insolar la placa sin máscara (para que todas las pistas reciban luz) y volver a revelarla para eliminar toda la resina (ojo, no se la debe volver a atacar después!).

Una vez limpia la placa de resina es conveniente comprobar con un tester la continuidad eléctrica de todas las pistas, o al menos de aquellas más finas o que planteen alguna duda. Este

paso puede ahorrar mucho tiempo si después de montar todos los componentes el circuito no funciona.

CONSEJO: Si entre la fabricación de la placa y el montaje de los componentes van a transcurrir varios días, se puede posponer la limpieza de la resina hasta el momento de soldar los componentes, ya que ésta protege al cobre de la suciedad y la oxidación.

PRELIMINAR

Capítulo 3

Soldado y ensamblaje de los componentes

Suponiendo que la placa ya esté terminada y limpia podemos empezar a soldar los componentes.

No es necesario seguir ningún orden concreto, aunque suele ser más cómodo empezar por los componentes de menor altura (resistencias, diodos) para acabar por los más voluminosos. Es importante fijarse bien en la polaridad y la colocación de los componentes antes de empezar a soldarlos, especialmente en condensadores, diodos, e integrados.

CHAPUZA: Si alguna pista quedó mal (demasiado fina, con agujeros, cortes, etc.) se puede reparar con estaño. Si el corte es grande, se puede soldar sobre la pista un hilo de cobre, o un trozo de patilla de resistencia. Si se encuentra algún cortocircuito entre dos pistas, se puede eliminar con un cutter.

3.1. Taladrado de la placa

Una vez terminada la fabricación de la placa y antes de empezar a soldar los componentes hay que hacer los agujeros en el circuito impreso para introducir los terminales. Esta etapa no será necesaria si estamos haciendo un montaje con tecnología SMD (ver el apartado *****).

La gran mayoría de los agujeros que tengamos que realizar en una placa serán para soldar la patilla de algún componente, y por tanto estarán rodeados de cobre. A ese punto de conexión entre una pista y una patilla de un componente se le denomina pad.

Una ayuda para esta etapa es considerar los agujeros ya en el diseño de las pistas, dejando sin cobre los puntos donde tengamos que taladrar. Si el diseño es con ordenador, normalmente éste ya imprime las marcas para esos agujeros. De esta forma, conseguimos que la broca del taladro no resbale por el pad, quedando un taladrado más preciso.

Para el taladrado de la placa lo más recomendable es utilizar un mini-taladro apropiado para

ello, con su soporte de columna. En general cualquier taladro con poca holgura en el eje y poca vibración (o romperá las finas brocas utilizadas) puede valer, pero cuanto más grande sea más incómodo será de manejar.



Figura 3.1: Minitaladro para uso electrónico

Para la mayoría de los componentes se utilizarán brocas de 0.6mm a 1.25mm de diámetro. Con una broca de 0.8mm tendremos suficiente para la mayoría de resistencias, condensadores, transistores... Se debe elegir una broca que genere un agujero no mucho mayor que la patilla del componente, de forma que la podamos introducir cómodamente por el agujero pero sin que quede demasiado holgada.



Figura 3.2: Juego de brocas para electrónica

CONSEJO: Revisa bien que no quede ningún agujero por hacer antes de empezar a soldar

los componentes, ya que una vez que la placa tiene componentes soldados no se puede apoyar bien y es muy incómodo taladrarla.

3.2. Soldado de componentes con soldador

3.2.1. La herramienta

Existen una gran variedad de modelos. Para realizar montajes electrónicos sencillos, la mejor alternativa puede ser un soldador de tipo lápiz de 25W o 30W.

Durante su uso es indispensable mantener la punta siempre limpia y estañada. La limpieza del estaño sobrante puede realizarse con la esponja de celulosa que trae la base plástica donde se apoya el soldador. Para ello es necesario que la esponja esté ligeramente húmeda (no empapada). La limpieza debe hacerse rápidamente para disminuir lo menos posible la temperatura de la punta y para no dañar la esponja (si se llega a evaporar toda el agua la celulosa se quemaría).

En ningún caso se debe limpiar la punta del soldador con un objeto abrasivo, ya que se eliminaría la fina capa de plata que impide su oxidación y permite que el estaño lo cubra.

El estaño debe ser específico para soldadura eléctrica. Un grosor adecuado puede ser de 1mm, y es importante que lleve flux ya incorporado. El flux es un decapante que va mezclado con el hilo de estaño y que permite limpiar las superficies metálicas a soldar para permitir que el estaño amalgame bien con ellas.

Para desoldar un componente ya soldado hay numerosas alternativas. Una de las más utilizadas es la llamada cinta de desoldar; consiste en una malla de cobre que se apoya sobre la soldadura a eliminar, y se calienta el estaño a través de ella con el soldador. La cinta absorbe todo el estaño igual que una servilleta el agua, y el componente puede ser retirado. Existen otras alternativas, como las bombas de succión (mientras con un soldador se calienta el estaño, actúa como una aspiradora chupándolo), o desoldadoras eléctricas (similares a un soldador, pero con una punta tubular conectada a una perilla para succionar).

AHORRO: en vez de la esponja de celulosa puede utilizarse un paño de algodón puro ligeramente humedecido.

CONSEJO: Procura mantener el soldador lejos de plásticos cuando estés soldando. Si se mancha la parte estañada de la punta puede limpiarse aplicando más estaño, pero fuera de esa zona el plástico derretido no es nada fácil de limpiar.

PRECAUCIÓN: Mantén la piel lejos del soldador y de las piezas que entraron en contacto con él. Cuando termines de trabajar no enfríes el soldador con métodos violentos, déjalo que enfríe poco a poco y lejos de donde exista movimiento de personas (nadie desconfía de un aparato desenchufado).

3.2.2. La soldadura

Para realizar buenas soldaduras es conveniente entender el funcionamiento del estaño. Para que el estaño “se pegue” correctamente al metal son imprescindibles dos cosas: que la superficie del metal esté perfectamente limpia de óxidos e impurezas, y que tanto el estaño como el metal estén a suficiente temperatura.

De lo primero se encarga el flux contenido en el estaño. Al ser calentado con el soldador, el flux contenido en el interior del estaño en forma de polvo se funde, y disuelve cualquier suciedad de la superficie del metal. Por ese motivo, cuando a pesar de tener una buena temperatura cuesta mucho conseguir que el estaño agarre bien en un punto, es conveniente derretir más estaño para aportar más flux. Una vez que se ha conseguido cubrir bien de estaño la zona en cuestión, se puede retirar todo el estaño sobrante que se ha aportado para la limpieza.

Por otra parte, si se derrite el estaño contra el soldador, todo el flux se coloca sobre el soldador formando una gotita; cuando se aplique ese estaño sobre el componente, el flux no entrará en contacto con toda la superficie a soldar y la soldadura será muy difícil. Lo idóneo es utilizar el soldador para calentar el metal a soldar, y fundir el estaño directamente sobre este último.

La otra pega que tiene fundir el estaño contra el soldador consiste en que de ese modo el estaño siempre estará más caliente que el material a soldar. Para evitarlo es importante calentar las piezas a soldar directamente con el soldador. Especialmente en los componentes más resistentes al calor (las resistencias, por ejemplo), al principio es conveniente tomarse todo el tiempo del mundo para observar cómo se funde el estaño, y como llega a hacerse completamente líquido. El error cometido en la gran mayoría de las malas soldaduras está relacionado con no aplicar el suficiente calor, o hacerlo de una forma demasiado apresurada.

Con los componentes más delicados (especialmente los semiconductores) no conviene mantener el calor durante demasiado tiempo para evitar quemarlos, pero tampoco hay que estresarse. Salvo en componentes especialmente sensibles, es muy raro estropearlos por exceso de calor en la soldadura, y es mejor tardar un poco más y dejar una buena soldadura, que hacerlo a correr y luego tener que calentar el componente para limpiar la soldadura anterior y volver a hacerla.

Por otra parte, si el estaño permanece demasiado tiempo caliente (por ejemplo, por tener una bola en el soldador), puede acabar oxidándose, formando una especie de nata en su superficie. Cuando el estaño deja de estar brillante para verse mate, poroso o agrietado, es necesario eliminarlo y sustituirlo por estaño nuevo. Si eso ocurre en la punta del soldador, es suficiente limpiarla y volverla a estañar. Si ocurre en una soldadura, habrá que limpiar la soldadura retirando todo el estaño antes de volver a aplicar más.

Tampoco es recomendable acelerar el enfriamiento del estaño, soplando por ejemplo, lo que provocaría soldaduras frías. Una soldadura fría se da cuando el estaño no se ha calentado lo suficiente de forma homogénea, o cuando el enfriamiento fue demasiado rápido o fraccionado. Una soldadura fría se caracteriza por un color mate, y aunque parezca bien agarrado con las dos

partes a soldar, tanto su calidad eléctrica y mecánica serán muy reducidas y es muy probable que acabe fallando al cabo del tiempo. Generalmente la única forma de resolver una soldadura fría consiste en reemplazar todo el estaño.

PRECAUCION: Los humos del estaño derretido contienen restos de flux, estaño evaporado y otros elementos tóxico. No se deben respirar y es conveniente trabajar en un lugar ventilado.

Soldar componentes “a través de agujero” en un circuito impreso

Tal como se ha dicho antes, los dos factores más importantes son la limpieza y la temperatura. Las pistas de la placa son de cobre y las patillas de los componentes tienen un recubrimiento de plata o algún otro metal por el que el estaño tenga una gran afinidad, por lo que generalmente la limpieza no consistirá un problema.

Lo más importante, por tanto, consiste en calentar bien las superficies y el estaño. Igual que cualquier procedimiento artesanal la soldadura es algo que a base de practicar se acaba haciendo de forma instintiva, pero a menudo es conveniente una pequeña guía para hacerlo las primeras veces.

Una posible aproximación consiste en colocar el soldador en un ángulo de 45°, apretando ligeramente al mismo tiempo contra la placa y la patilla del componente. Entonces, desde el otro lado de la patilla, se aplica el estaño, permitiendo que toque inicialmente con el soldador, pero separándolo inmediatamente de forma que sólo toque contra la patilla y la pista.

Una vez completada la soldadura, todo el pad debe quedar cubierto de estaño, así como la patilla del componente por todos los ángulos hasta una altura de unos 2mm. Si queda alguna zona sin cubrir se puede repasar con el soldador, o aportar un poco más de estaño en esa zona. En ese momento ya se puede retirar el estaño, y a continuación el soldador.

Si el estaño se adhiere a la patilla del componente pero parece “rehuir” la pista, formando una bola, puede ser por que ésta no se haya calentado correctamente o tuviese más suciedad de la que el flux puede eliminar, por ejemplo, por no haber limpiado la resina tras el atacado. Sin embargo, si cubre bien el pad pero no la patilla, el motivo suele ser por una falta de temperatura en la patilla, típicamente en dispositivos que disipan muy bien el calor. En cualquiera de los dos casos es imprescindible repetir la soldadura volviendo a limpiar y calentar bien los componentes.

Una vez que se retira el soldador, el estaño no tarda en solidificarse. Sin embargo es importante que el componente y la placa se mantengan perfectamente quietos durante ese tiempo, ya que de lo contrario el estaño podría agrietarse provocando un mal contacto.

Después de soldar hay que cortar las patillas que sobresalen. Se hace un poco por encima de donde acaba el estaño (a 3mm o 4mm de la placa).

CONSEJO: Puede ser muy útil guardar los cachos de patilla que sobran para hacer puentes, arreglos o para usarlos en vez de espadines.

CONSEJO: Para evitar problemas mecánicos, rotura de pistas, interferencias y cortocircuitos, es recomendable soldar los componentes muy cercanos a la placa. Una excepción a esta regla general son los componentes que disipen calor, que deben ser montados a cierta distancia (0.5cm a 1cm, por ejemplo).

Soldar cables y conectores

A la hora de soldar cables y conectores se aplica una gran parte de lo dicho arriba.

Para soldar un cable a un conector, generalmente es recomendable empezar estañando tanto el cable como el conector. Una vez estañados ambos, se puede calentar el estaño aplicado sobre el conector para después introducir el cable (cuyo estaño fundirá por contacto con el del conector), o pegar ambos juntándolos y calentándolos juntos.

Si se trata de soldar un cable a un circuito impreso, hay que recordar que el cable será completamente rígido hasta donde haya sido impregnado de estaño, lo que provoca un punto débil justo en el punto donde acaba el estañado. Si el cable sufre tensiones o movimientos, antes o después acabará rompiendo por ese punto. Para evitarlo, es conveniente fijarlo a la placa más adelante, por ejemplo haciendo un agujero en la placa por el que se pasará el cable sin pelar antes de hacer la soldadura.

Para soldar dos cables el procedimiento es similar al utilizado para soldar un cable a un conector: se estañan ambos cables y luego se calientan juntos hasta que se una el estaño de ambos. No es necesario trenzarlos antes, aunque hay quien prefiere hacerlo así. En ese caso, antes de estañarlos se trenzan juntos, y luego se estañan ya juntos.

Si se duda de una soldadura se puede dar un tirón sin miedo (aunque sin pasarse). Si la soldadura es buena, romperá el cable antes que el estaño.

CONSEJO: Recuerda que puedes usar terminales especiales (como espadines) cuando tengas que soldar cables a la placa. Será más fácil sustituirlos.

CONSEJO: Para evitar riesgo de cortocircuitos, pela la longitud de cable justa; lo idóneo es que la parte estañada de cable llegue hasta el aislante, que debe quedar lo más cerca posible del pin del conector. Una buena longitud puede ser de unos 3mm a 5mm.

CONSEJO: En los conectores que no tienen una carcasa para proteger las conexiones, es recomendable proteger el cable manualmente con cola térmica para evitar su rotura en el punto donde acaba el estañado.

3.3. Soldar componentes SMD (montaje de superficie)

La tecnología SMD (*Surface Mount Device*) se emplea mucho actualmente en la industria. Consiste en soldar los componentes sobre la superficie del circuito impreso sin necesidad

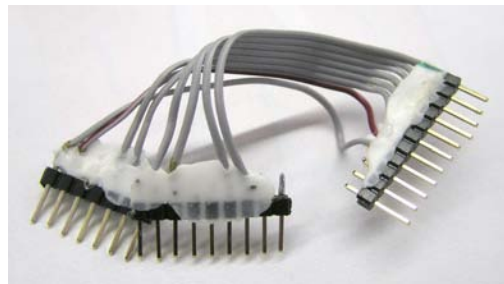


Figura 3.3: Protección con cola térmica

de realizar perforaciones (las pistas estarán en la misma cara que los componentes). Presenta bastantes ventajas para su utilización industrial, por simplificar el proceso de soldadura. Sin embargo, dependiendo del material de que se disponga, su soldadura manual puede ser muy complicada.

Existen numerosos métodos de soldadura SMD. Algunos sólo son aplicables en fábrica (como la soldadura por vapor de estaño, por ola, o por baño), pero otras se pueden utilizar “artesanalmente” si se dispone del material adecuado.

3.3.1. Mediante un soldador convencional

Los componentes con una mayor separación entre patillas (por ejemplo, componentes discretos como resistencias, o integrados tipo SOIC) pueden ser muy sencillos de soldar mediante procedimientos similares a los utilizados con componentes “a través de agujero”. Como no hay una fijación mecánica entre el componente y la placa (como la que había al introducir la patilla por el agujero), es importante mantener el componente bien alineado sobre los pads. Para ello se puede agarrar con un palillo mientras se suelda la primera patilla, o se puede pegar de antemano con algún tipo de pegamento. Una vez el componente está fijo en su sitio se sueldan el resto de las patillas una a una.

Si el componente tiene muchas patillas, o éstas están demasiado juntas (por ejemplo en integrados TQFP), aún es posible soldarlo con soldador, pero ya es más complicado. El primer problema es el alineamiento, ya que al ser la separación entre patillas tan estrecha es complicado dejarlo completamente alineado. Una vez fijado el componente a la placa, es imposible soldar cada patilla por separado, por lo que se aplica estaño sobre todas las patillas en conjunto, sin preocuparse por los cortocircuitos, para luego retirar el estaño sobrante utilizando cinta de desoldar.

3.3.2. Mediante una estación de aire caliente

Una estación de aire caliente es similar a una decapadora, aunque con una temperatura regulable y un flujo de aire mucho menor (y regulable). Con ella es posible soldar cómodamente casi cualquier componente SMD.

En vez de estaño en hilo se utiliza pasta de estaño. Ésta consiste en microesferas de estaño, de unas micras de diámetro, suspendidas en una pasta de flux. Cuando se le aplica aire caliente, al llegar a cierta temperatura el flux se licúa y se activa, limpiando las superficies. A una temperatura ligeramente superior se funde el estaño, soldando efectivamente el componente.

Para soldar componentes discretos, con patillas muy separadas, o con patillas muy grandes, se pone una bolita de pasta en la placa en el sitio de cada pad. Si el componente tiene las patillas más juntas se coloca una tira de pasta a lo largo de todos los pads. La cantidad de pasta a depositar se aprenderá con la experiencia, pero hay bastante margen. Una vez estañados todos los pads, se coloca el componente encima aplastándolo contra la placa. Se repite el mismo proceso para todos los componentes que se quieran montar en la placa. La pasta es algo viscosa, por lo que un componente colocado no se moverá a no ser que lo toquemos.

Una vez colocados los componentes, se empieza a dar aire caliente por zonas. No se debe dejar la tobera quieta sobre un único punto, ya que podría provocar un calentamiento muy irregular y sería fácil dañar algún componente (no necesariamente aquel sobre el que está colocada la tobera). Debe moverse constantemente sobre una zona hasta que se funde el estaño, para entonces pasar a otra zona.

La temperatura dependerá de lo delicados que sean los componentes a soldar y del tipo de pasta utilizado, pero suele rondar entre 300 y 400°C.

Al calentar la pasta bajo un componente ocurren dos cosas. En primer lugar el flux se hace líquido y muy resbaladizo, lo que permite que el componente patine desplazándose de su sitio. Para evitarlo es necesario que el flujo de aire no sea demasiado fuerte, pero de todas formas un ligero desplazamiento tampoco suele suponer un problema. Después de la activación del flux se funde el estaño, y en ese momento, por adsorción los pines del componente y los pads de la placa se atraen fuertemente, por lo que el componente tenderá a volver a su sitio y dejar de patinar (aún con el estaño fundido). Este efecto se nota tanto más cuantas más patillas tenga el componente, lo que hace que el alineamiento de los integrados antes de soldar no sea importante.

En componentes discretos (como resistencias), a veces al calentarlo el componente se levanta quedando de pie sobre uno de sus pads. Eso suele indicar un exceso de estaño en ese pad. En un integrado el exceso de estaño se nota porque aparece una bolita cortocircuitando dos o más patillas. La falta de estaño es mucho más complicada de notar, y suele ser recomendable el uso de un microscopio o lupa potente. También puede ocurrir que el componente salga volando sobre la placa o se desplace de sus pads; en ese caso será necesario reducir el flujo de aire.

Desoldar un componente mediante aire caliente es tan sencillo como soldarlo. Se aplica aire, y cuando el estaño se derrite se retira el componente. Existen unos adaptadores para la

extracción de componentes, que están compuestos por una caja metálica para concentrar el aire en los pines del componente, y una ventosa (conectada a un generador de vacío) con un muelle que levanta el componente en el instante en que se derrite el estaño.

Una vez terminada la placa, algunas veces quedan unas minúsculas bolitas de estaño aisladas, separadas de los pads. Es muy importante revisar el espacio entre las patillas de los componentes de menor separación entre pines para asegurarse de que esas bolitas no están formando un cortocircuito.

COMPRAS: En caso de que se vaya a trabajar con dispositivos SMD, ésta es probablemente la primera compra que se deba hacer. Una estación de aire es más cara que un soldador convencional, pero es prácticamente imprescindible.

3.3.3. Mediante un horno

El método de soldadura SMD más elaborado que se explicará en este documento es la soldadura por horno. El procedimiento es similar al de la soldadura por aire caliente, con la diferencia de que no se suelda por flujo de aire zona a zona, si no que una vez colocados todos los componentes de la placa, ésta se introduce en un horno de soldadura.

El horno debe programarse de modo que la temperatura interior siga una secuencia concreta. Los tiempos y temperaturas concretas pueden consultarse en la hoja de características de casi cualquier componente SMD, o en las notas de aplicación de los fabricantes.

Presenta algunas ventajas sobre la soldadura por aire, como por ejemplo que se pueden soldar varias placas de una vez, o que como el calentamiento es homogéneo, la temperatura máxima alcanzada es inferior (hay componentes que no pueden ser soldados por aire y sí en horno). A cambio, tiene la desventaja de que no se puede utilizar para desoldar componentes.

AHORRO: Es posible adaptar un pequeño horno de casa utilizando un microcontrolador y un sensor de temperatura (generalmente un termopar) para regular la temperatura y las transiciones de forma precisa.

3.4. Finalización de la placa

Una vez que se han soldado todos los componentes, poco queda por hacer. El último paso suele ser aplicar una laca protectora a la cara de las pistas (a veces también a la cara de los componentes) para evitar la oxidación del cobre y las patillas de los componentes. Éste tipo de lacas no suelen dificultar la soldadura, por lo que también se puede aplicar antes de empezar a soldar los componentes.

AHORRO: Mucha gente prescinde de la laca protectora, ya que aunque el óxido empeora estéticamente la placa, no suele representar un problema desde el punto de vista eléctrico.

Capítulo 4

Guía rápida

A continuación se mostrarán de forma muy resumida los pasos más típicos para la fabricación de un circuito impreso.

4.1. Diseño

Para el diseño de un circuito complejo es necesario utilizar programas especializados (OrCAD, Protel, Eagle...) que permitan diseñar primero el esquema y a partir de él la máscara. Para circuitos más sencillos es suficiente un programa que permita dibujar la máscara, como puede ser el PIA o incluso el Paint.

Una vez que la máscara esté lista, será necesario imprimirla sobre el fotolito. Como fotolito puede utilizarse tanto papel cebolla como acetato, siendo preferible éste último.

4.2. Fotograbado

Los pasos a seguir son:

Cortado Se calcula aproximadamente el tamaño de placa que será necesario y se corta con una guillotina o una sierra.

Insolado Se retira la pegatina protectora y se introduce en la insoladora con la máscara (¡ojo a la posición de la máscara!). El tiempo de insolación suele oscilar entre 2 y 3 minutos.

Preparación de líquidos Antes, durante, o después de la insolación se deben preparar los líquidos necesarios para el atacado. Para el revelador se echarán aproximadamente 100ml de disolución de sosa cáustica en una cubeta. Para el atacador se verterá una mezcla de 25ml de ácido clorhídrico, 25ml de agua oxigenada de 110 volúmenes, y 50ml de agua.

Revelado y atacado Se introduce la placa insolada en la cubeta del revelador hasta que el cobre que debe ser eliminado quede completamente limpio.

Atacado Tras el revelado se lava la placa con agua, y se introduce en la cubeta del ácido hasta que desaparezca todo el cobre sobrante. Es recomendable mover ligeramente las cubetas mientras la placa está dentro.

Limpieza posterior Tras el atacado se debe lavar y secar la placa, y volver a introducirla en la insoladora, aunque esta vez sin máscara. Una vez insolada de nuevo, se repetirá la etapa del revelado hasta que todo el cobre esté limpio de resina y se volverá a lavar con agua.

4.3. Mecanizado y soldado

Antes de soldar los componentes es necesario taladrar la placa. En general se utilizarán brocas de entre 0.75 y 1.5mm, siendo la de 1mm la más típica. Es recomendable utilizar un soporte para el taladro. Para evitar que rompa la broca, es importante que siempre quede perpendicular a la placa, y que no se le apliquen fuerzas transversales.

Consejos para soldar los componentes:

- Empieza por los componentes más pequeños y acaba por los más grandes.
- No apliques el estaño sobre el soldador; hazlo directamente sobre el componente y la pista.
- En la medida de lo posible procura que el soldador toque simultáneamente el componente y la pista, y procura que toque lo menos posible el estaño.
- No soples a las soldaduras para que enfríen.
- ¡Cuidado! El soldador quema.