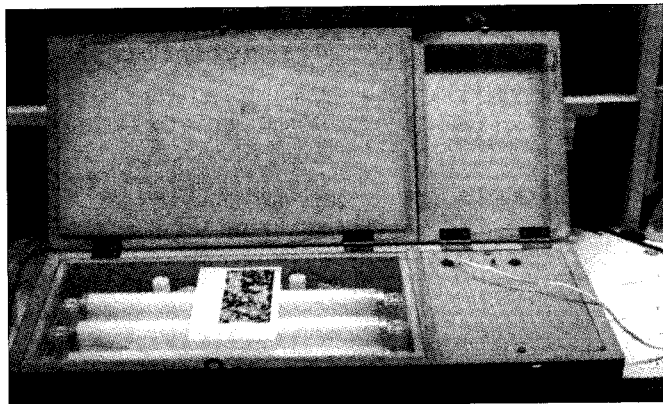


MUNDO DE LAS IDEAS

MONTAJES PRACTICOS PARA TODOS

Realización de placas de circuito impreso



Una insoladora de cuidada construcción como la de la foto proporcionará mayores garantías de éxito.



El cristal, separable, facilita la limpieza y el mantenimiento. La sección derecha de la caja aloja las reactancias de los tubos, el temporizador y los mandos correspondientes.

XAVIER SOLANS*, EA3GCV

Sin duda, el proceso de diseño y realización de placas de circuito impreso es uno de los trabajos más importantes del aficionado a la experimentación electrónica. Los circuitos sencillos, basados tan solo en unos pocos componentes, pueden realizarse directamente sobre una placa «soporte» con el sistema «al aire» o bien en una placa *proto-board*, aunque esta última solución no es aconsejable para circuitos de radiofrecuencia más complejos.

El proyecto

Un sistema muy útil para el experimentador es realizar pequeñas placas previas que incorporen las diferentes partes del circuito en cuestión, para que después puedan ser interconectadas. Este sistema nos permite realizar los cambios necesarios «sobre la marcha» hasta que todos los circuitos trabajen correctamente. El siguiente paso, será diseñar una placa definitiva que incluya todas las subsecciones antes experimentadas, y una vez tengamos la placa definitiva, solo quedarán los trabajos finales de «depuración», como pequeños cambios de valores de componentes, adición de algún que otro condensador de desacoplo/filtrado, etc.

Al margen de lo comentado anteriormente, suele ocurrir que los «subcircuitos» que hayamos decidido incorporar en nuestro nuevo diseño los tengamos ya experimenta-

dos de anteriores ocasiones. Esto nos inclinará a arriesgarnos a diseñar la placa de circuito impreso directamente, con una previsión de éxito bastante alta, y posteriormente pasar al proceso de «depuración» sin más trabajos intermedios. En el cuadro adjunto desglosamos un resumen en orden de pasos de ambos sistemas.

Tanto en el primer caso como en el segundo, el proceso de «depuración» podría estar incorporado en el paso de «puesta en marcha, verificación y corrección de errores», sin embargo lo consideramos como paso independiente dada su importancia en las características de estabilidad, eficacia y precisión de funcionamiento final del circuito. Obviamente lo comentado hasta ahora es meramente orientativo, en la práctica «cada maestrillo tiene su librillo» y sin lugar a dudas en muchas ocasiones los pasos serán repetidos o alterados más de una vez; y además *Murphy* aparecerá en la mitad de nuestro trabajo cuando menos nos lo espereamos y en el momento más inoportuno...

Una insoladora casera que funciona

El corazón de nuestro kit de herramientas para la realización de placas es la insoladora. A veces se menosprecia la importancia de este útil y se da más importancia al programa de ordenador CAD, al tipo de placa y sustancias químicas, etc. Y a la hora de la verdad, se utilizan sistemas de insolación poco precisos como la exposición al sol a través de la ventana, simples cristales con lámpara de «flexo», etc. Estos sistemas pueden ser válidos, pero generalmente resultan bastante imprecisos e incómodos. Hay que recalcar que sin un buen método de

Realización de un prototipo paso a paso (sistema más aconsejado)

PASO	TRABAJO
1	Diseño del esquema de bloques/subcircuitos.
2	Diseño de esquema teórico.
3	Montaje de subcircuitos (al aire, <i>proto-board</i> , etc.).
4	Enlace de subcircuitos, comprobación y correcciones.
5	Diseño de circuito impreso completo.
6	Montaje, puesta en marcha, verificación y corrección de errores.
7	Depuración (cambio de valores, adición de componentes, etc.).
8	Rediseño del circuito impreso definitivo, montaje y última comprobación.
9	Confección de lista de componentes y documentación general.

Realización de un prototipo directamente (sistema arriesgado)

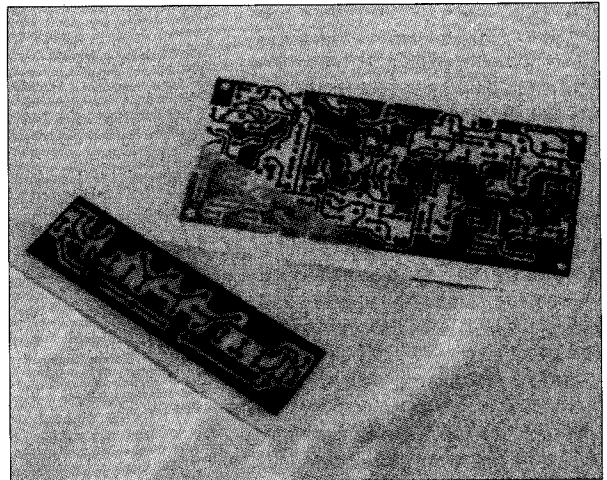
PASO	TRABAJO
1	Diseño de esquema teórico.
2	Diseño de circuito impreso completo.
3	Montaje, puesta en marcha, verificación y corrección de errores.
4	Depuración (cambio de valores, adición de componentes, etc.).
5	Rediseño del circuito impreso definitivo, montaje y comprobación.
6	Confección de lista de componentes y documentación general.

insolación, las placas dejarán mucho que desear y los resultados serán mediocres; digámoslo así. Los resultados de una mala insolación se evidencian en una pobre uniformidad entre diferentes zonas de la placa, contornos difuminados, etc., así como problemas en el revelado y posterior ataque de la película de cobre, etc.

* Apartado de correos 814, 25080 Lleida. Correo-E: ea3gcy@iws.es



El revelador y el atacador pueden ser tanto comerciales como caseros. Con unos y otros es preciso tener sumo cuidado en su manipulación y no inhalar los vapores que se desprenden con su aplicación.



Los fotolitos deben ofrecer la máxima definición y sus dimensiones deben ajustarse exactamente a las de los componentes a montar.

Una insoladora casera casi ideal es la del tipo «maleta», en la foto vemos una maleta-insoladora hecha en casa, el artilugio en cuestión lleva muchos años insolando originales para prototipos *monocara* e incluso *doble cara*.

Como se observa en la foto, la maleta es casera, puede realizarse en casa con un poco de «manitas» y alguna herramienta para bricolage de madera, pero tampoco tiene que darnos ninguna vergüenza dibujar un sencillo croquis y encargarla directamente al carpintero del barrio.

Seguramente los más ingeniosos se las arreglarán con alguna modificación que otra aprovechando algún material reciclado, y construirán su propia insoladora tanto o más práctica que la mostrada aquí.

La insoladora en cuestión, ofrece una superficie acristalada de exposición de 23 x 42 cm con un sistema de luz compuesto por tres fluorescentes convencionales de 35 cm (no son especiales) y un temporizador con selección de 2,5 o 5 minutos aproximadamente. Los fluorescentes podrían ser de luz actínea con lo que se conseguiría disminuir el tiempo de exposición cerca del 50 %.

La tapa de la maleta en forma de «marco» (ver detalle), incorpora una espuma encastada de un grosor de 20 mm, al cerrarla presiona con fuerza sobre el cristal, emparedando la placa y el fotolito contra la superficie de luz.

Realización de placas de circuito impreso

Mucho se ha hablado ya sobre la confección de placas de circuito impreso «PCB», una vez más vamos a comentar su proceso del principio al final. Los que ya tengan experiencia, tal vez podrán encontrar aquí algún detalle que no habían tenido en cuenta o algunos hábitos que ahora podrán afinar. Para los que vayan a realizar su primera placa, el texto siguiente les acompañará y les

guiará en su nueva experiencia hasta el final.

Una vez dispongamos del circuito impreso sobre papel vegetal, transparencia, fotolito, etc. podremos pasar a la realización real de la placa.

Como preámbulo, a partir de ahora consideraremos que disponemos de una insoladora adecuada, original en papel vegetal o transparencia, revelador comercial o disolución casera con sosa cáustica, atacador comercial o disolución casera y cubeta de plástico de tamaño adecuado a la medida de la placa en proyecto. *El tipo de placa será positiva, y es sumamente aconsejable que tengamos fidelidad con un solo fabricante, de forma que el tiempo de exposición y el grado de concentración del revelador y atacador serán siempre los mismos.*

- **Revelador.** Se comercializan botes con solución concentrada que será disuelta en agua según las instrucciones del fabricante.

Podemos elaborar directamente nuestro propio revelador con una solución de agua y sosa cáustica (se puede adquirir en cualquier droguería). Usar entre 7 y 10 gramos de sosa cáustica por litro de agua. Podemos obtener un litro de revelador, almacenándolo en un bote con cierre hermético, que nos servirá para múltiples ocasiones. La concentración de la solución puede variar según el tipo de placa y puede ser necesario aumentar o disminuir la proporción a discreción, añadir sosa o añadir agua sobre la marcha en las primeras pruebas, hasta obtener la más adecuada. El revelador debe actuar con cierta lentitud, pero en unos 2-3 minutos una placa normal deberá quedar revelada. La temperatura de la disolución también influye directamente en la actividad del revelado.

- **Atacador.** Se comercializan botes de cloruro férrico para que una vez disuelto en agua quede preparada la solución. El proceso de ataque con cloruro férrico es extremadamente lento, pero efectivo y especialmente preciso.

El otro sistema que aconsejamos y es el

que emplearemos aquí en nuestro ejemplo real, es una solución «a discreción» de salfúman común y agua oxigenada de 110 volúmenes (del tipo peluquería, etc.). Este atacado es muy rápido y con un resultado más que notable. Una vez le hayamos cogido «el truco», el proceso de atacado será «coser y cantar».

Un ejemplo práctico. Manos a la obra

A continuación nos pondremos «manos a la obra», vamos a confeccionar una placa de circuito impreso partiendo del fotolito original hasta obtener la placa definitiva, taladrada y a punto para colocar y soldar los componentes.

El original de la placa podrá proceder de un diseño propio realizado con ordenador, impreso en papel vegetal o transparencia (impresora laser o chorro de tinta), o a mano sobre papel vegetal mediante transferencias que se pueden obtener en cualquier comercio de electrónica o librerías especializadas y/o tinta (*rotring* o similar). El original también podrá proceder de una fotocopia transparente de calidad o un fotolito fotográfico de alguna plantilla procedente de libros, revistas, etc.

El original deberá ser positivo y de una calidad-densidad de negro suficiente. Al contrario de lo que en un principio suele pensarse, no es necesario que la impresión del original tenga una opacidad extrema, sino que será más que suficiente la opacidad que nos da por ejemplo una impresora moderna.

Con el original, que a partir de ahora denominaremos *fotolito*, con la insoladora preparada y todos los ingredientes a punto, veamos paso a paso la realización de una placa.

Exposición-insolación

Antes de empezar, hay algunos pequeños detalles a tener en cuenta:

- Si tenemos que cortar la placa a medi-

da, podremos hacerlo antes de desenvolverla del papel protector, el trozo sobrante lo guardaremos bien envuelto en un lugar seco y con poca luz (en un cajón cerrado) para una próxima ocasión.

- Una vez cortada la placa a la medida, deberemos lijar el contorno con mucho cuidado sin rayar la superficie fotosensible, esto es importante, puesto que las rebabas de cobre impiden que la placa quede bien «alisada» sobre el fotolito y el cristal.

- La manipulación de la placa fotosensible no es crítica, aunque siempre hay que tratarla con cuidado, podemos tocarla con las manos, envolverla-desenvolverla, etc. Incluso tenerla algunos minutos bajo una luz ambiente normal no tiene por qué perjudicar a la película fotosensible.

A partir de ahora consideraremos que utilizamos placa fotosensible positiva marca *Repro* y una disolución de revelador de 1 litro de agua/10 g sosa cáustica.

Colocaremos el fotolito y la placa en su posición correcta en el cristal de la insoladora. Es importante asegurarnos que el fotolito está enfrentado contra la placa con la «cara» correcta, es una buena idea colocar algo de texto en el fotolito que pueda leerse por la *cara de pistas*, este será una guía inequívoca para su posición.

Cerraremos la tapa de la insoladora con el emparedado fotolito-placa en su posición correcta, conectaremos los fluorescentes y controlaremos un tiempo de unos 5 minutos. Prepararemos una bandeja de plástico con una cantidad de revelador justo lo suficiente para «bañar» la placa. Una vez pasado el tiempo de insolación previsto, pasaremos la placa a la bandeja de revelado. Moviendo la bandeja suavemente, observaremos detenidamente el proceso hasta que en unos 2-3 minutos veamos ya todo el relieve de las pistas. Consideraremos el proceso de revelado terminado cuando las zonas de cobre se vean de color «natural»; si no estamos del todo seguros, podemos rascar con cuidado con la uña o con la punta de un pequeño destornillador para comprobar que la película fotosensible ha desaparecido de la superficie de cobre. A continuación sacaremos la placa de la bandeja y la enjuagaremos a chorro de agua del grifo. Podemos tocar la placa suavemente con las manos para ayudar a su limpieza con el agua. Un revelado excesivo puede llegar a afectar al dibujo de la placa, llegando a perjudicar alguna pista delgada, topos pequeños, etc. Como ya hemos mencionado anteriormente, el tiempo exacto de insolación y revelado depende de varios factores, y deberemos efectuar algunas prácticas en nuestro laboratorio personal hasta cogerle el «truco» de «tiempos y cantidades».



El fotolito positivo (pistas negras sobre fondo transparente) ha sido depositado sobre el cristal, listo para recibir encima la placa sensibilizada. Obsérvese el bloque de espuma elástica de la tapa, que mantendrá la placa y el fotolito apretados sobre el cristal.

Atacado

Una vez revelada, la placa puede guardarse envuelta y protegida para su posterior atacado, incluso para hacerlo otro día. Para el proceso de atacado, limpiaremos la bandeja que empleamos para el revelado para preparar en ella la nueva solución.

Para el atacado, procederemos de la siguiente manera: colocaremos la placa revelada en la bandeja, con la cara de pistas hacia arriba, echaremos la cantidad justa de sulfamán para que la placa quede sumergida, a continuación echaremos algunos chorros de agua oxigenada 110 vol. (sin dirigirlos a la placa directamente), hasta que observemos que la solución empieza a activarse, iniciándose la reacción de atacado al cobre de forma moderada. Moveremos la bandeja provocando un efecto «oleaje» para que la solución aumente su velocidad de trabajo. Durante esta operación debemos estar atentos y en cuanto toda la superficie de cobre esté atacada, haya aparecido la superficie virgen *baquellita* o *fibra de vidrio* y visualizándose perfectamente el relieve de pistas, topos, etc. sacaremos rápidamente la placa de la cubeta y pasaremos a su limpieza con agua corriente del grifo. Una vez la placa seca, podremos limpiar con un disolvente, preferentemente alcohol, toda la pintura que protege las pistas así como su reverso, la «cara de componentes».

Una vez más, y al igual que en el revelado, hay que recordar que un exceso de tiempo en el atacado, o una concentración excesiva de la solución, hará que perdamos la definición real del dibujo, llegando a perderse o cortarse alguna pista, topos pequeños, etc.

¡Atención! *Es aconsejable emplear guantes de goma en ambos procesos, la sosa cáustica es corrosiva, puede dañarnos la piel de las manos y hay que evitar ante todo el contacto con los ojos, etc. Igual o peor ocurre con la combinación corrosiva del sulfamán y agua oxigenada. Especialmente hay que evitar la inhalación de los gases*

producidos durante el atacado, es obligatorio efectuar este segundo proceso al aire libre, en el balcón, terraza, etc.

Taladrado de la placa de circuito impreso

Llegados a este punto, dispondremos ya de una placa preparada para su taladrado y montaje.

Utilizaremos un pequeño taladro de *hobby*, especialmente indicados son los «taladrines» de modelismo que funcionan a 12 V, que sea capaz de ubicar brocas de 1 mm o inferiores. En general, efectuaremos todos los taladros con una broca de 0,8 mm o 1 mm máximo, esta medida será válida para los terminales de la mayoría de componentes. El punto de cada topo nos servirá de «marca» de taladrado. Para que nos quede un buen trabajo, es esencial utilizar brocas de buena calidad y en buen estado. Taladros limpios, lisos y sin rebabas son primordiales para una cómoda soldadura y un acabado final impecable.

Si nuestra placa incorpora componentes con terminales mayores de 1 mm (resistencias ajustables, blindajes de bobinas, etc.), procederemos a sustituir la broca por una del diámetro adecuado y retaladrar los topos necesarios, de igual manera, realizaremos los taladros correspondientes a tornillos de sujeción con una broca de 3 o 3,5 mm, para estos últimos tal vez necesitemos un taladro convencional con un portabrocas de tamaño mayor a los del tipo «modelismo».

Ahora la placa estará ya a punto para la colocación y soldadura de los componentes. Aquí daremos por terminado el proceso de fabricación de la placa del circuito impreso.

Ahora la placa estará ya a punto para la colocación y soldadura de los componentes. Aquí daremos por terminado el proceso de fabricación de la placa del circuito impreso.

Últimos comentarios

La idea de este artículo ha llegado al final, el trabajo de montaje sería ya tema para otro artículo independiente. Otra faceta apasionante dentro del mismo tema, es la del diseño del circuito impreso, ya sea a mano mediante dibujo sobre vegetal o bien asistido por ordenador mediante algún programa de CAD para circuitos impresos.

En el próximo artículo trataremos estas y otras cuestiones relacionadas. Para los que deseen emprender la fabricación de placas de inmediato, hemos habilitado una sección «PCB-demos» en el espacio de descarga de la Web: www.iws.es/ea3gcy donde se pueden bajar ficheros-ejemplo de placas en formato «tango.pcb», «pia», «paint», etc. que podrán ser impresas directamente en nuestra impresora sobre papel vegetal o transparencia.

Por ahora, nada más. Que disfruteis fabricando vuestros propios circuitos impresos y sobre todo ¡mucha precaución con las sustancias corrosivas y tóxicas!

73, Xavi, EA3GCV