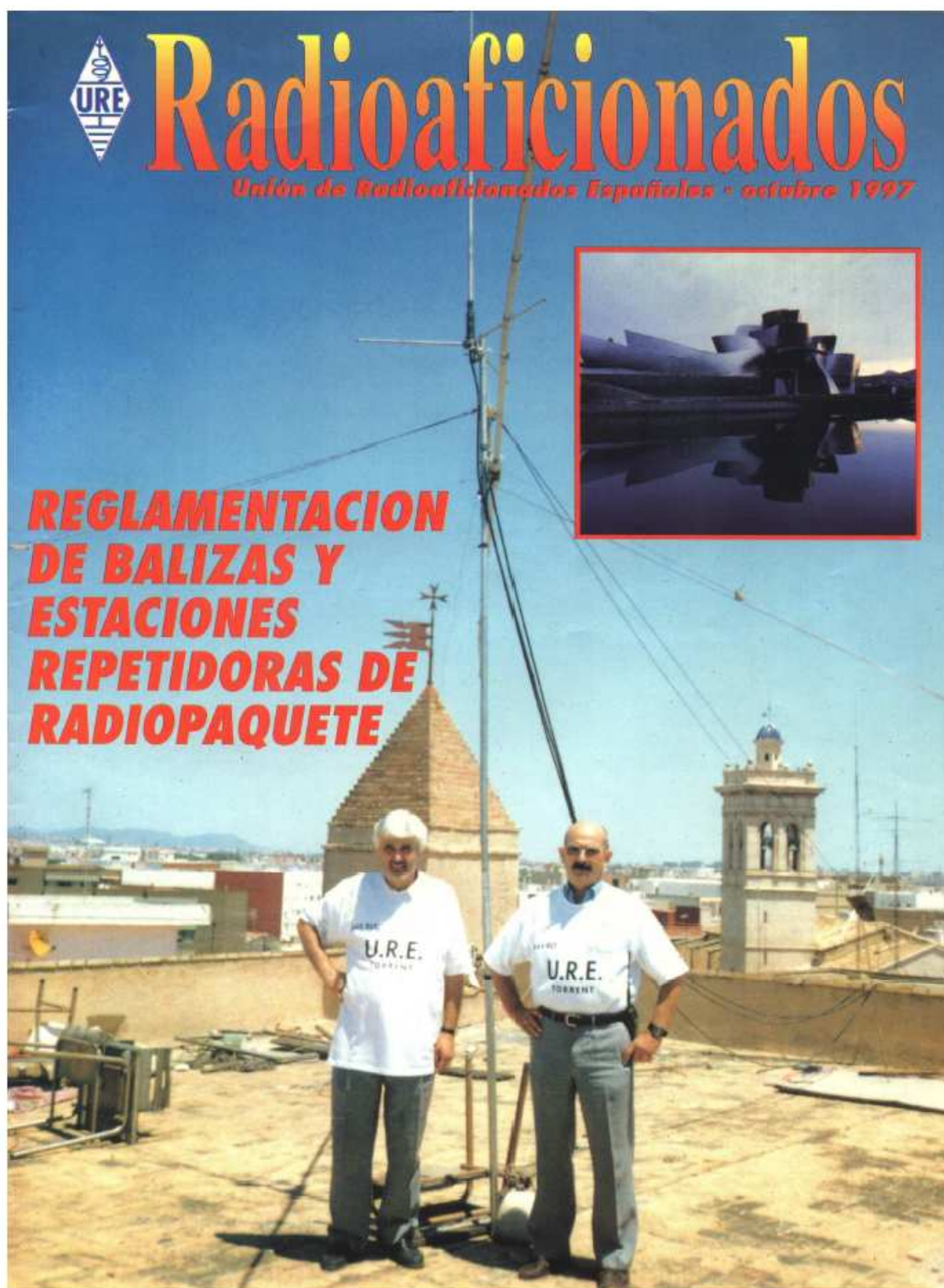




Radioaficionados

Unión de Radioaficionados Españoles • octubre 1997

**REGLAMENTACION
DE BALIZAS Y
ESTACIONES
REPETIDORAS DE
RADIOPAQUETE**



CIRCUITOS IMPRESOS.

1.- INTRODUCCIÓN.

El diseño y realización de circuitos impresos es conocido por la mayoría de los radioaficionados y aficionados a la electrónica. Muchos de nosotros hemos construido diversos montajes de los que aparecen con profusión en las revistas de electrónica, a menudo acompañados por la plantilla para la confección de la placa de circuito impreso.

Con estas líneas, el autor no pretende otra cosa que recopilar y explicar los métodos utilizados durante bastantes años para la realización de placas de circuito impreso, con resultados altamente satisfactorios. Seguramente la información contenida en éste artículo será conocida por muchos de los lectores. No obstante, esperamos que algún lector pueda aprovechar algún aspecto de lo que aquí se expone para conseguir placas de circuito impreso de alta calidad.

Durante todo el proceso es muy importante que cada uno de los pasos alcance la máxima perfección posible. De ésta manera el resultado final será perfecto y dispondremos de una placa con un acabado “profesional” que no tendrá nada que envidiar a una de producción industrial.

2.- DISEÑO DEL CIRCUITO.

Hace años, cuando los ordenadores personales no estaban tan extendidos cómo en la actualidad, se utilizaban, para la realización de placas de circuito impreso, tiras adhesivas de distintos anchos, pequeños círculos adhesivos y otros materiales similares. La técnica consistía en dibujar, sobre un papel milimetrado o mejor, dividido en décimas de pulgada, la situación de los componentes y las pistas que los unían.

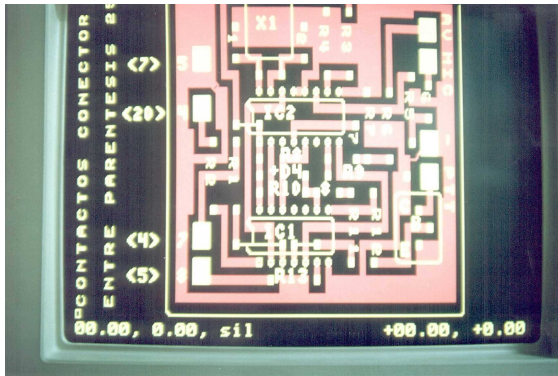
Posteriormente, se ponía encima del diseño una hoja de plástico transparente y sobre ella se iban adhiriendo las pistas y los terminales de los componentes. A continuación se realizaba el correspondiente fotolito y ya se podía pasar a la confección de la placa.

Este método ha quedado superado con el advenimiento de los ordenadores personales y los programas de diseño que han ido apareciendo.

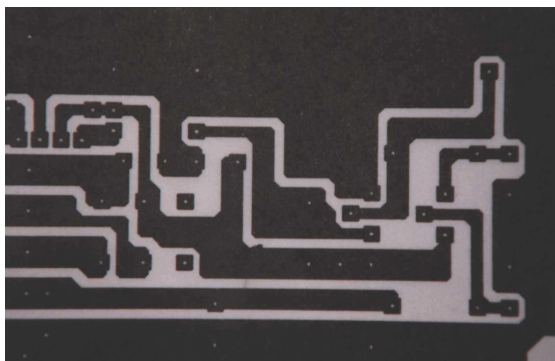
Existen muchos programas que el aficionado puede utilizar para la realización de circuitos impresos. Sin querer hacer publicidad, mencionaremos los que el autor viene utilizando desde hace muchos años con resultados satisfactorios, aunque es muy posible que existan otros de mayores prestaciones. Estos programas son SMARTWORK y TANGO. Las versiones utilizadas son de las primeras para funcionamiento bajo DOS.

Existe un programa “shareware” llamado PIA, que funciona bajo Windows y que se puede conseguir por Internet. La dirección es : <http://www.speedsoft.com/waldherr>. Este programa es operativo aunque tiene

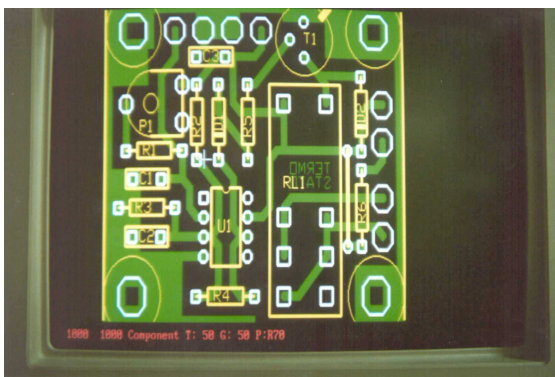
desactivadas algunas opciones. Una vez registrado y abonado, se está en posesión de un buen programa por poco dinero.



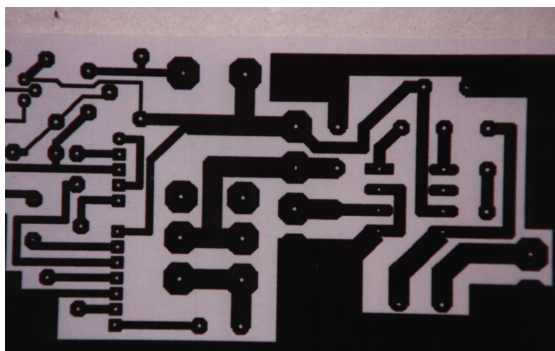
Unos programas tienen ventajas e inconvenientes frente a otros. SMARTWORK es un programa muy elemental en su funcionamiento, no tiene grandes prestaciones, pero funciona muy bien para el diseño de circuitos de R.F. donde se requieren grandes masas, pistas anchas, etc. Permite circuitos de simple y doble cara, pero la confección del circuito es algo laboriosa. En la fotografía número uno se puede observar el aspecto que tiene el programa en la pantalla del ordenador. El aspecto del original se puede ver en la fotografía número dos.



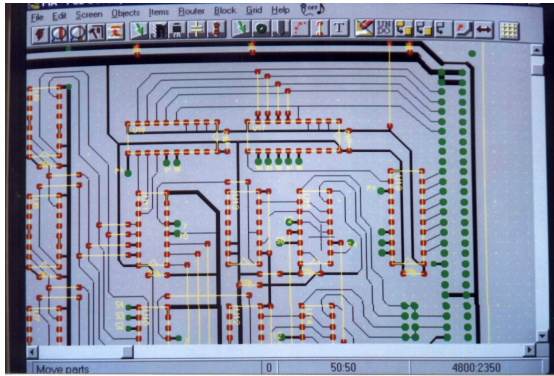
El programa TANGO es más elaborado y con más prestaciones. Utiliza librerías de componentes, tiene una base de datos interna para confeccionar listas de componentes, tiene mayor número de anchos de pistas, de terminales, etc. Va bien para circuitos digitales donde las pistas suelen ser finas y numerosas, pero no realiza buenas masas y el circuito final es menos "elegante". El aspecto de la pantalla de éste programa se observa en la fotografía número tres, mientras



que en la fotografía número cuatro podemos ver cómo queda el original una vez impreso.



El programa PIA funciona muy bien y es un programa más moderno, por lo que está más elaborado y tiene más prestaciones que los precedentes. El autor no tiene mucha experiencia en su utilización. La fotografía número cinco muestra un aspecto de la pantalla. de éste programa.



entradas y salidas, etc.

Una vez en posesión del esquema eléctrico del montaje que queremos realizar, procederemos a determinar la distribución de los componentes. Sobre un papel milimetrado trazaremos a grosso modo la posición de los componentes siguiendo las normas elementales, pistas lo más cortas posibles, todas las masas en la misma dirección, separación entre

Una vez realizado ésta operación pasaremos el diseño al programa, ajustando y afinando la posición de los componentes en función de las pistas que haya que utilizar. El ancho de las pistas deberá corresponder a la intensidad de la corriente que deba pasar. Como valor máximo recomendado se puede tomar 1 Amperio de intensidad por un ancho de pista de 1 mm. Hay que tener en cuenta que los programas trabajan con fracciones decimales de pulgada, así que estableceremos la correspondencia aproximada de $1/10$ de pulgada = 2,5 mm. (exactamente 2,54 mm).

La separación de los terminales de los componentes también es de fracciones decimales de pulgada. Las patillas de los circuitos integrados están a $1/10$ de pulgada, las resistencias a $4/10$, etc. Es muy conveniente disponer de una regla dividida en décimos de pulgada para poder medir fácilmente la separación de los terminales de los componentes.

Si se utiliza el programa TANGO, tendremos directamente los componentes en las librerías, por lo que no tendremos que realizar dicha medición.

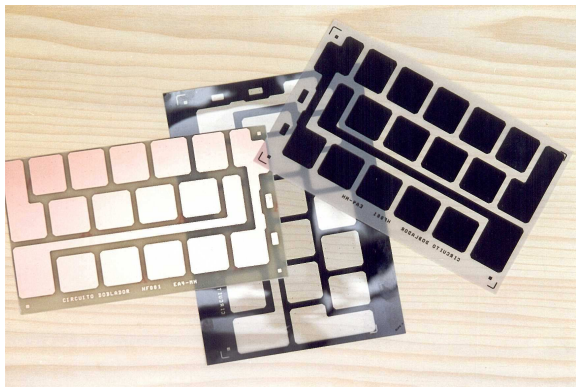
Es conveniente dibujar las pistas de forma que no haya muchos ángulos rectos, sobre todo en circuitos de R.F. o donde las intensidades sean elevadas. En estos casos es preferible realizar grandes superficies, con lo que la cantidad de cobre a eliminar será menor.

Rotularemos adecuadamente las conexiones del circuito, entradas, salidas, alimentaciones, etc. Así mismo, marcaremos cada componente con su referencia, y si el programa lo permite, con su valor. Para ello utilizaremos las opciones de texto del programa.

Una vez completado éste paso, procederemos a la impresión del original. Los programas suelen disponer de salida de plotter como mínimo, como es el caso de SMARTWORK. TANGO también dispone de salida para impresora y las versiones recientes, para impresora láser, que es la que nos dará la mayor calidad.

También es posible hacer la salida de plotter sobre un fichero, en lenguaje HPGL y posteriormente imprimir éste fichero mediante otro programa, como puede ser Corel, Graphic Workshop, etc. que admiten ficheros de plotter.

En cualquier caso, el original será impreso en impresora láser, o en su defecto en impresora de inyección de tinta. Si utilizamos impresora láser, usaremos cómo soporte película de poliéster que viene cortado en tamaño DIN-A4. Para impresoras de tinta, usaremos transparencias especiales para éstas impresoras. También se puede utilizar papel normal, rociándolo después con



un barniz transparente. De ésta forma, el papel queda translúcido y permite la exposición a su través.

En la fotografía número seis se puede ver un original impreso en poliéster realizado con SMARTWORK, un negativo y una placa de circuito impreso.

3.- OBTENCIÓN DEL ORIGINAL.

Si utilizamos emulsión positiva para la sensibilización de la placa, utilizaremos directamente cómo original el obtenido por la impresora, bien en transparencia o en papel barnizado. Si se utiliza emulsión negativa, es necesario obtener un negativo a partir del original. Para ello utilizaremos película fotográfica para artes gráficas, como por ejemplo KODALITH de la casa Kodak, u otra similar.



Esta película se maneja bien a la luz roja del laboratorio, ya que es ortocromática y no tiene una elevada sensibilidad. Por el contrario, presenta un elevado contraste que nos da blancos totalmente transparentes y negros muy opacos. Se presenta en las medidas habituales de fotografía, 13 por 18, 18 por 24, etc. Con la medida 13 por 18 cubriremos la

mayor parte de los circuitos normales.

Colocaremos la película y el original en una prensa, que puede tomar la forma de un porta-retratos, como la que se muestra en la fotografía número siete. Esta prensa tiene una tapa trasera con una lámina de goma-espuma, dividida en dos partes unidas por una bisagra, para efectuar una buena presión y facilitar la colocación del material sensible y un cristal en la parte delantera para efectuar la exposición. La trasera se sujeta en su posición con unos travesaños de madera.

La exposición la haremos con una lámpara de pequeña potencia, 5 watios aproximadamente, situada a una distancia de 1,5 a 2 metros. El tiempo de exposición estará comprendido entre 5 y 15 segundos, dependiendo de la

distancia y del revelador utilizado. En cualquier caso convendrá realizar una prueba preliminar con un retal de película.



Para el revelado podemos utilizar cualquier revelador para papel blanco y negro, que se presenta en el comercio en forma concentrada para su posterior dilución, que efectuaremos siguiendo las instrucciones que vienen en el propio envase. El tiempo de revelado será de tres minutos en una cubeta plana de plástico.

Después de lavar la película con agua corriente, procederemos al fijado en otra cubeta de plástico, utilizando así mismo revelador concentrados para papel blanco y negro, diluido convenientemente, durante otros tres minutos, al cabo de los cuales, lavaremos de nuevo la película y colgándola de una esquina la dejaremos que se seque.

En la fotografía número ocho se muestra el revelador y fijador utilizado por el autor. Estos productos u otros similares convienen perfectamente para éste trabajo y tienen un precio reducido. Una vez concluido el revelado, guardaremos los productos y la película en una nevera, si es posible, donde se conservarán en perfecto estado durante muchos meses.

4.- MATERIALES.

La placa de circuito impreso virgen, se presenta en distintas variedades. El soporte puede ser de fibra de vidrio o de resina fenólica, aunque ésta última casi no se utiliza ya que tiene peores características que la fibra de vidrio. También existen otros soportes, cómo el teflón que tiene mejores características que la fibra de vidrio, aunque es más difícil encontrar. El soporte de fibra de vidrio conviene para la mayor parte de las aplicaciones. El grueso del soporte más utilizado es de 1,6 mm y puede estar chapado por una o por las dos caras.

Podemos adquirir la placa de C.I. en los comercios de electrónica, cortada en diversas medidas. También es posible adquirirla en las propias fábricas de C.I. a precios reducidos, ya que de las grandes series de producción, salen retales que ellos no los pueden aprovechar. Por último la podemos adquirir directamente en un almacén, pero en éste caso tendremos que comprar una plancha completa. Si pensamos realizar bastantes circuitos, éste será el método más económico, aunque tengamos que hacer una inversión inicial.

5.- PREPARACIÓN DE LA PLACA.

Cortaremos, con unas tijeras de cortar chapa, un trozo de placa un poco mayor que el circuito final, para que sobre aproximadamente un centímetro por cada lado, procurando no tocar el cobre con los dedos, pues se formarán manchas

con mucha facilidad. Conviene utilizar guantes de goma para ésta y sucesivas operaciones, ya que las virutas de fibra de vidrio pueden irritar fácilmente las manos, así como los productos químicos que utilizaremos.

Para la preparación de la placa, antes de su emulsionado, utilizaremos agua fuerte del comercio, y una solución de sosa cáustica en la proporción de 500 gramos por litro de agua. Al preparar la solución de sosa cáustica, se produce bastante calor, por lo que es conveniente trabajar con buena ventilación. Esta solución nos servirá para el desengrase electrolítico de la placa, operación muy importante para el perfecto emulsionado de la misma. Para ello, utilizaremos un recipiente metálico, que será el ánodo, la placa de circuito impreso que será el cátodo y una fuente de alimentación capaz de proporcionar una corriente de 10 - 15 amperios, que puede ser la que usemos habitualmente para la alimentación de los equipos de radio.



Como recipiente metálico podemos usar una lata de aceite de 5 litros, que hemos abierto por uno de sus laterales más anchos. Pegaremos unos trozos de rejilla de plástico en los laterales para prevenir un cortocircuito con la placa de circuito impreso. La conexión con la fuente de alimentación la haremos con unos trozos de hilo de cobre flexible y grueso, terminados en unas pinzas de cocodrilo. El montaje se

puede apreciar en la fotografía número nueve.

Antes del desengrase electrolítico, introduciremos la placa en el agua fuerte durante unos segundos para eliminar las manchas que pudiera tener. La enjuagamos y a continuación, sujetaremos la placa con la pinza negativa y la introduciremos en la lata metálica que está conectada al polo positivo de la fuente y tiene en su interior la solución de sosa cáustica.

Se produce un burbujeo que es precisamente lo que arrastra la suciedad de la placa. Al cabo de unos diez segundos, extraemos la placa y la lavamos abundantemente. Previamente hemos preparado una cubeta con alcohol (puede valer alcohol de quemar) donde introduciremos la placa después del lavado. Esto hace que se arrastre la cal del agua. Pasados unos segundos, colgaremos la placa por una de las esquinas para que se seque.



6.- EMULSIONADO.

Para la sensibilización de la placa podemos utilizar emulsión positiva o emulsión negativa. La primera tiene la ventaja de que se puede utilizar directamente el original después de imprimirlo en la impresora. La segunda, negativa, tiene la

ventaja de que el resultado final tiene más calidad por las circunstancias que expondremos.

Nosotros venimos utilizando una emulsión negativa fabricada por la casa Kodak cuyo código es KPR, cómo se puede ver en la fotografía número diez. No estamos seguros de que ésta emulsión (photoresist) se siga fabricando, pero si así no fuera, seguramente habrá en el mercado alguna otra emulsión de características similares.

También hemos probado con éxito una emulsión positiva de la casa Kontakt que se presenta en forma de spray y que observamos en la fotografía número once.

Si usamos emulsión negativa procederemos de la siguiente manera. Colocaremos la placa horizontal sobre la mesa y sobre un trapo que recogerá los posibles derrames. Directamente del frasco verteremos una pequeña cantidad de emulsión sobre la placa. Inclinaremos la placa en distintas direcciones para que la emulsión la moje por completo. Podremos ayudarnos de un palillo mondadientes o cualquier otra cosa similar, un trozo de papel, etc.

Una vez cubierta toda la placa por la emulsión verteremos el posible sobrante dentro de la botella y a continuación pondremos la placa a secar en un sitio oscuro y ventilado, colocándola en posición vertical. El tiempo de secado dependerá de la temperatura ambiente. En invierno unas doce horas y en verano unas seis horas, aunque no importa si esos tiempos se alargan.

Si utilizamos emulsión positiva, que viene en spray, colocaremos la placa sobre un cartón de dimensiones generosas y procederemos al rociado de la placa, que deberá hacerse a una distancia de 20 - 30 centímetros, dando varias pasadas para cubrir totalmente la placa con la emulsión, aunque sin poner emulsión en exceso. Si la capa de emulsión es demasiado gruesa, se alarga mucho el tiempo de exposición y la resolución se reduce.

Por esto es por lo que afirmábamos que la emulsión en spray da algo menos de calidad, ya que es difícil acertar con la cantidad de emulsión que de los mejores resultados. No obstante, todo es cuestión de práctica.

El spray lleva un disolvente de un fuerte olor, por lo que será necesario contar con una buena ventilación.

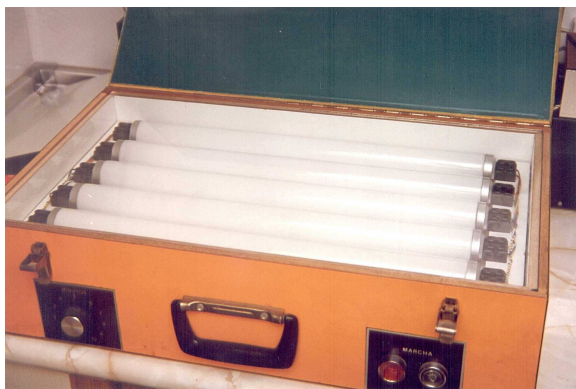
La operación de emulsionado se puede hacer con iluminación normal, pero no con luz directa del sol. Cómo ya se ha comentado, es necesario dejar secar la placa de 6 a 12 horas.

7.- EXPOSICIÓN.

Una vez emulsionada y seca la placa, procederemos a la exposición. Para ello utilizamos la luz procedente de tubos fluorescentes, que es muy rica en rayos ultravioleta. También se pueden usar directamente tubos de ultravioleta, como los que se utilizan en discotecas y para comprobar los billetes falsos, pero son

más caros. Una batería de dos o más tubos de 20 watios, según el tamaño del circuito, funcionará perfectamente.

Para ello usaremos la misma prensa que se utilizó para la exposición de la película litográfica al confeccionar el negativo, poniéndola sobre los tubos. También podemos utilizar una insoladora comercial o de construcción casera, que en definitiva es una caja en forma de maleta, con los tubos alojados en su interior, un cristal en la parte superior donde pondremos la placa y el fotolito y



una tapa con un revestimiento de goma-espuma para que efectúe una buena presión sobre el conjunto negativo-placa. Un circuito temporizador, que se puede adquirir en forma de kit, controlará el tiempo de encendido de los tubos fluorescentes. Esto se puede ver en la fotografía número doce.

El tiempo de exposición es de 5 minutos aproximadamente, aunque, como en el caso de la exposición de la película litográfica, será necesario efectuar alguna prueba previa.

8.- REVELADO.

Una vez expuesta la placa, procederemos a su revelado. Este proceso eliminará la emulsión de las zonas de la placa donde dio la luz o donde no la dio, dependiendo de si utilizamos emulsión positiva o negativa.

El revelado de la emulsión positiva se realiza en una solución de sosa cáustica en la proporción de siete gramos por litro de agua. El tiempo de revelado es de un par de minutos aproximadamente, aunque se aprecia perfectamente la operación, ya que la emulsión positivas tiene un marcado color violeta. Según avanza el proceso, se observa que la emulsión va desapareciendo de las zonas donde dio la luz. Conviene agitar ligeramente la cubeta durante la operación de revelado hasta una eliminación total de la emulsión en las zonas adecuadas.

Si no se consigue un buen revelado, es posible que sea debido a que se dio una capa muy gruesa de emulsión, o que el tiempo de exposición fue demasiado corto. Será necesario iniciar de nuevo el proceso.

Una vez revelada la placa, enjuagar con agua y proceder al ataque para eliminar las zonas que han quedado al descubierto.

En el caso de la emulsión negativa, el revelado se realiza con tricloretileno, un disolvente que se encuentra con facilidad en el comercio. El tiempo de revelado será también de dos minutos con una ligera agitación de la cubeta. En éste caso, como la emulsión no tiene color apreciable, no se puede observar la marcha de la operación.

Después del revelado, dejar secar la placa durante 15 - 30 minutos como mínimo, para que se evapore todo el disolvente. A continuación proceder al ataque como en el caso anterior.

9.- ATAQUE.

La operación de ataque tiene como objeto eliminar el cobre de las zonas que han quedado al descubierto después del proceso de revelado. Este ataque se puede efectuar con dos tipos de solución.

Podemos utilizar una mezcla de agua oxigenada y ácido clorhídrico a partes iguales. Esta mezcla funciona muy rápidamente, por lo que si la emulsión tiene algún pequeño defecto, será muy difícil corregirlo. Tiene la ventaja de que no mancha las cubetas pero el inconveniente es de que sólo se puede usar una vez. La operación quedará finalizada en cinco minutos aproximadamente.

Introduciremos la placa boca arriba en la mezcla. Se produce un desprendimiento de burbujas y el líquido se va tiñendo de color verde azulado, mientras se observa el ataque del cobre. Agitaremos suavemente la cubeta hasta el final de la operación. Verteremos todo el líquido por el desagüe y aclararemos con agua la placa, secándola con un paño suave.

Otra posibilidad es usar una solución de cloruro férrico en la proporción de 500 gramos por litro de agua. El cloruro férrico se presenta en forma de bolas amarillas y mancha fuertemente los tejidos donde cae, por lo que conviene utilizar ropa usada por si se produce alguna salpicadura.

Es conveniente, sobre todo en invierno, calentar la solución de cloruro férrico a unos cuarenta grados aproximadamente, para que la operación no tarde demasiado. En invierno, con temperaturas bajas, el ataque se produce muy lentamente y puede llevar varias horas.

Para calentar la solución podemos emplear una lámpara de infrarrojos dirigida hacia la cubeta donde estamos realizando el ataque. También se puede calentar al baño maría, mediante un pequeño barreño de plástico donde introducimos la cubeta. Para calentar el agua se puede usar un calentador de los utilizados en los acuarios, que tienen una potencia de unos 200 vatios. Esta disposición se puede ver en la fotografía número trece.



Con la temperatura indicada de cuarenta grados, el tiempo de ataque es aproximadamente de 15 - 30 minutos. La solución de cloruro férrico se puede utilizar varias veces, hasta que veamos que pierde actividad. El color pasa de amarillo anaranjado a verdoso a medida que vamos disolviendo cobre.

Introduciremos la placa en la solución boca abajo, dejándola flotar sobre la solución. De ésta manera, los productos del ataque van al fondo de la cubeta y la placa tiene siempre solución nueva, con lo que el ataque se produce de forma muy uniforme.

Al cabo de unos segundos, sacaremos la placa de la solución, la enjuagaremos y la pondremos boca arriba, sobre un trozo de trapo. Se observa que donde no hay emulsión, el cobre tiene un color muy rojizo, por lo que podremos observar cualquier defecto de la emulsión.

Para tapar éstos defectos, utilizaremos un rotulador resistente al agua, por ejemplo EDDING-3000 o cualquier otro parecido. Así mismo, con un pequeño punzón u otra herramienta similar, rasparemos con cuidado aquellas zonas que no hayan tenido un revelado adecuado, puntos, manchas, etc.

Volveremos a colocar la placa sobre la solución vigilando la marcha del proceso cada 15 minutos aproximadamente. Una vez completado el ataque, enjuagaremos la placa y la secaremos con un paño suave. Guardaremos la solución para otras ocasiones.

Con unas tijeras de cortar chapa, recortaremos el sobrante de la placa para que quede a su tamaño definitivo. Con una lima plana repasaremos los laterales de la placa para eliminar las irregularidades producidas por el corte con las tijeras de chapa.

Las manchas de cloruro férrico que hayan podido quedar en los utensilios utilizados, cubetas, embudo, pileta, etc. se quitan con facilidad con agua fuerte del comercio, que podemos aplicar mediante una brocha. El agua fuerte, que es ácido clorhídrico diluido, tiene un olor muy fuerte, además de ser corrosiva y agresiva para la piel, por lo que es muy conveniente, por no decir obligatorio, utilizar guantes de goma y trabajar con mucha ventilación.

10.- TALADRADO.



Para el taladrado utilizaremos una taladradora pequeña de las que hay varios modelos en las tiendas de electrónica. Estas pequeñas máquinas se alimentan con baja tensión, normalmente 12 voltios, aunque hay otros modelos que se alimentan directamente de la red, cómo el mostrado en la fotografía número catorce. En cualquier caso, conviene disponer algún sistema

para poder variar la tensión de alimentación y por tanto la velocidad de giro de la máquina.

Usaremos brocas de distintos tamaños, 0,8 mm, 1 mm, 1,25 mm, según el tamaño de los terminales de los componentes. Para circuitos integrados, condensadores, resistencias, diodos, etc. utilizaremos brocas de 0,8 mm o de 1 mm. Para otros componentes será conveniente medir con un calibre el diámetro del terminal y utilizar la broca más adecuada.

Este tipo de broca se encuentra con facilidad en ferreterías y tiendas de electrónica, estando fabricadas en acero. También se fabrican en vidia o metal duro, pero son más difíciles de conseguir y se parten con mayor facilidad, a menos que coloquemos la taladradora sobre un soporte vertical.

La fibra de vidrio es bastante abrasiva, por lo que será necesario afilar las brocas con cierta frecuencia, para que los taladros se hagan con facilidad. Para afilar las brocas, utilizaremos una pequeña piedra que colocaremos sobre la misma taladradora.

Estas pequeñas taladradoras no admiten brocas de gran tamaño, por lo que los taladros de diámetro superior a 1,5 - 2 mm. habrá que hacerlos con una máquina de mayor potencia, de las usadas normalmente en tareas caseras. Si es posible, utilizaremos un taladro vertical en lugar de hacerlo a mano, ya que corremos el riesgo de partir las brocas al tener un diámetro tan pequeño.

Estos taladros verticales tienen un precio reducido y se encuentran fácilmente en las buenas ferreterías y en las grandes superficies. Si no se dispone de el, tal vez sea éste el momento oportuno para adquirirlo y completar nuestro taller.

Comenzaremos haciendo todos los taladros con la broca más fina, 0,8 - 1 mm. y después pasaremos las brocas de mayor diámetro a los taladros que sea necesario por el tamaño de los terminales.

Finalizada la operación de taladrado, y si han quedado muchas rebabas, las eliminaremos con una lija muy fina, preferiblemente al agua, del grano más fino que encontremos, con lo que obtendremos una superficie completamente lisa.

11.- LIMPIEZA Y BARNIZADO.

Eliminaremos la emulsión de la placa con acetona si es positiva, o con tricloretileno si es negativa, frotando con un trozo de trapo impregnado del correspondiente disolvente. A continuación, si es necesario, limpiaremos la placa utilizando un estropajo verde del que se utiliza normalmente en la cocina, con lo que obtendremos una superficie completamente limpia y brillante.

Rociaremos la placa con un barniz transparente o de color especial para circuitos impresos. Este barniz se presenta en spray y en distintos colores, aunque el más recomendable es el transparente o incoloro. Si utilizamos emulsión negativa y la placa no requiere posterior limpieza, es posible dejar la emulsión para que sirva de barniz protector.

Dejaremos secar la placa durante un cierto tiempo hasta obtener un perfecto secado de la placa, con la que quedará lista para el montaje de los componentes.

12.- CONCLUSIÓN.

Se ha pretendido explicar minuciosamente el proceso para el diseño y realización de placas de circuito impreso. Es posible que existan otros métodos, pero los aquí expuestos han proporcionado al autor placas de una elevada calidad.

El procedimiento descrito en el presente artículo no ha sido probado en grandes series y, por tanto, no se tiene certeza de que su fiabilidad sea 100%.

El autor no se hace responsable de posibles derechos de copia. La información para la realización de este artículo procede de diversas publicaciones, libros, revistas, etc., así como de los propios conocimientos del autor.

El autor no se hace responsable de posibles daños y/o perjuicios causados por el uso de la presente información, daños personales o muerte, daños a la propiedad, daños al medio ambiente, lucro cesante, pérdida total o parcial de datos informáticos o cualquier otro tipo de daño.

El autor declina cualquier responsabilidad, ni se hace responsable de no mencionar a los dueños de las posibles patentes que aquí se pudieran reflejar.

El procedimiento descrito en el presente artículo es experimental, por tanto, no está destinado a su utilización industrial ni para su explotación comercial en cualquiera de sus facetas.

El autor no efectúa ninguna actividad comercial relacionada con este u otros artículos publicados en esta u otras revistas o publicaciones de cualquier tipo.

El presente artículo y todos los publicados hasta el momento en la revista "RADIOAFICIONADOS", están recopilados en un DVD a disposición de quien lo solicite. Se incluyen los textos, fotografías, dibujos, gráficos, plantillas de circuitos impresos, etc correspondientes a cada artículo.

Aunque se ha intentado proporcionar todos los detalles necesarios, es posible que algún aspecto no haya quedado suficientemente desarrollado. Como es natural, con mucho gusto el autor dará cumplida información sobre cualquier detalle no especificado, o cualquier punto en particular que no haya quedado completamente explicado. Buena suerte a todos.

Luis Sánchez Pérez. EA4-NH
Apartado Postal 421
45080-TOLEDO
Tlf. 606-383-140
Web: www.ea4nh.com

E-mail: ea4nh@ure.es

FOTOGRAFIA NÚMERO UNO.
Aspecto de la pantalla de SMARTWORK.

FOTOGRAFÍA NÚMERO DOS.
Original impreso en papel, obtenido con SMARTWORK.

FOTOGRAFÍA NÚMERO TRES.
Aspecto de la pantalla de TANGO.

FOTOGRAFÍA NÚMERO CUATRO.
Original impreso en papel, obtenido con TANGO.

FOTOGRAFÍA NÚMERO CINCO.
Aspecto de la pantalla de PIA.

FOTOGRAFÍA NÚMERO SEIS.
Original impreso en poliéster, negativo en Kodalith y placa de circuito impreso.

FOTOGRAFÍA NÚMERO SIETE.
Prensa de construcción casera.

FOTOGRAFÍA NÚMERO OCHO.
Revelador y fijador concentrados.

FOTOGRAFÍA NÚMERO NUEVE.
Desengrase electrolítico.

FOTOGRAFÍA NÚMERO DIEZ.
Emulsión negativa Kodak.

FOTOGRAFÍA NÚMERO ONCE.
Emulsión positiva KONTAKT.

FOTOGRAFÍA NÚMERO DOCE.
Insoladora comercial.

FOTOGRAFÍA NÚMERO TRECE.
Baño maría para ataque de la placa de circuito impreso.

FOTOGRAFÍA NÚMERO CATORCE.
Taladradora para circuito impreso.