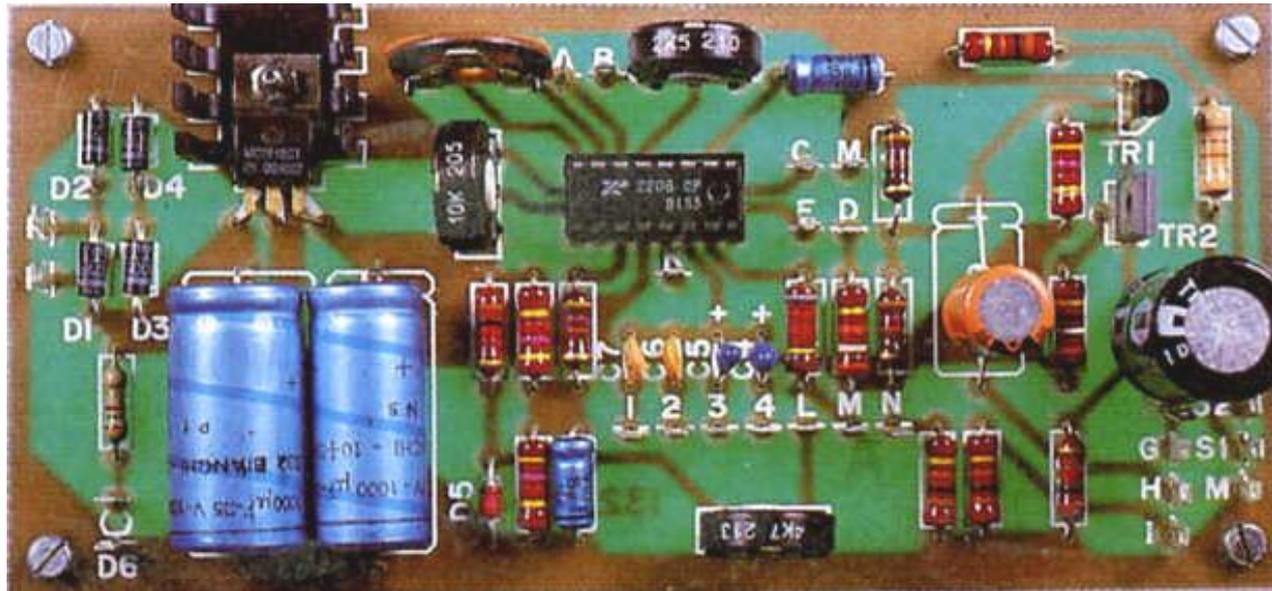
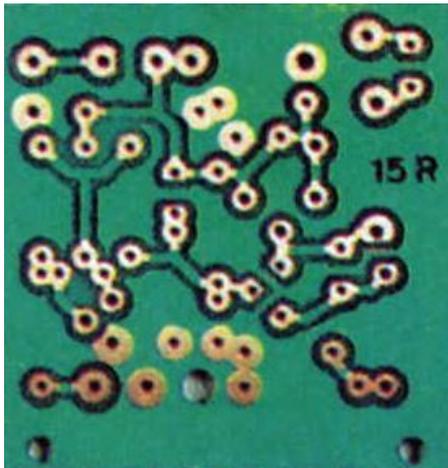
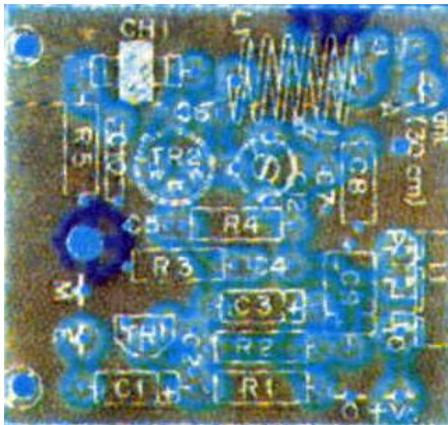


# Diseño y realización de Placa de Circuito Impreso PCI



Técnicas para el diseño y construcción de placas de circuito impreso.

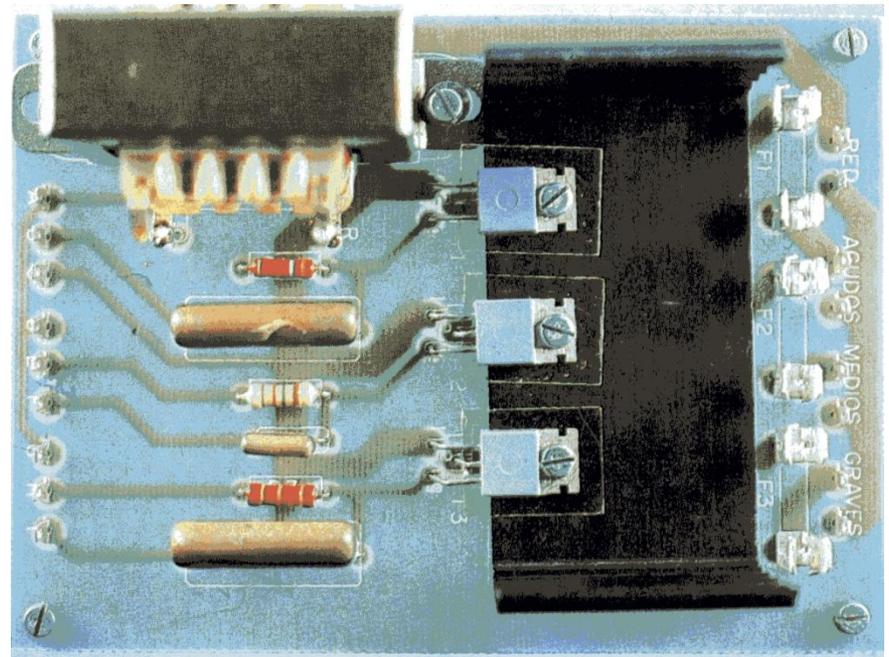
# ¿Qué es una Placa de Circuito Impreso?



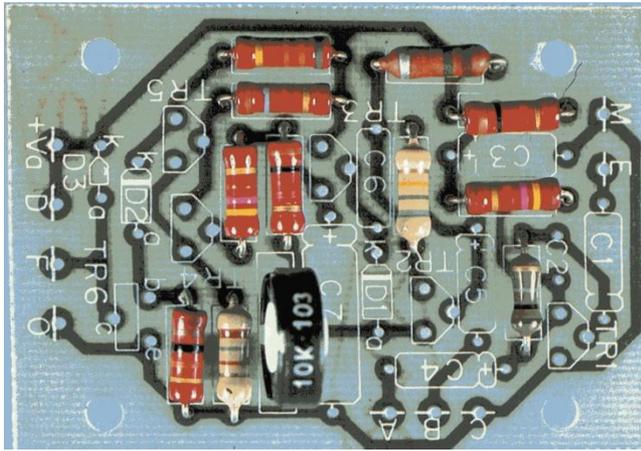
- ◆ Sencillamente es un sistema de interconexión de componentes que constituyen un circuito electrónico montados sobre un soporte.
- ◆ Este soporte es una placa, con dos caras, en una se aloja los cuerpos de los componentes y por la otra se realizan la conexión con los demás componentes, mediante conexiones de cobre, siendo un montaje compacto.

# El Circuito Impreso

- ◆ Proporciona una base para el montaje de los componentes, con una robustez mecánica elevada.
- ◆ La disposición de los componentes es fija, evitando así riegos de aislamiento e incluso cortocircuitos, o fallos intermitentes si fuera realizado en montaje cableado.

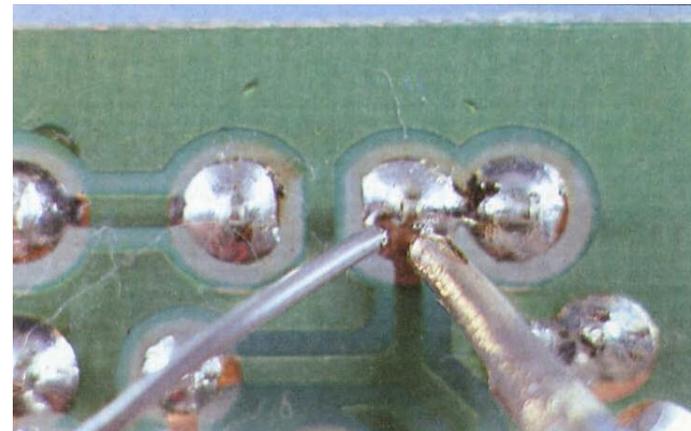


# El Circuito Impreso



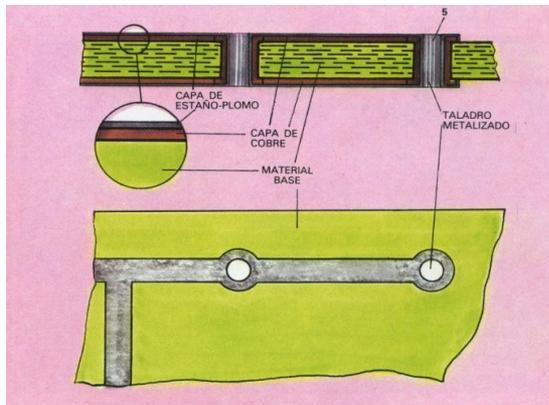
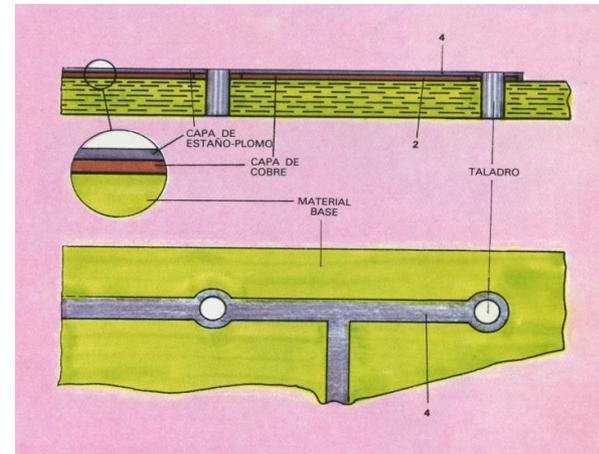
- ◆ Posteriormente se realiza la conexión de los componentes por el lado de las pistas de cobre soldando sus patas con estaño.

- ◆ El montaje es muy rápido, ya que solamente se precisa insertar los componentes en los taladros del circuito por el lado de componentes.



# Propiedades del soporte del Circuito Impreso

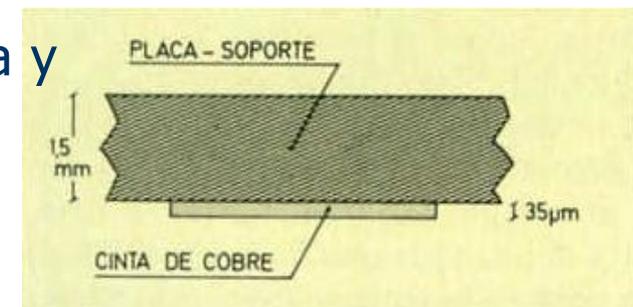
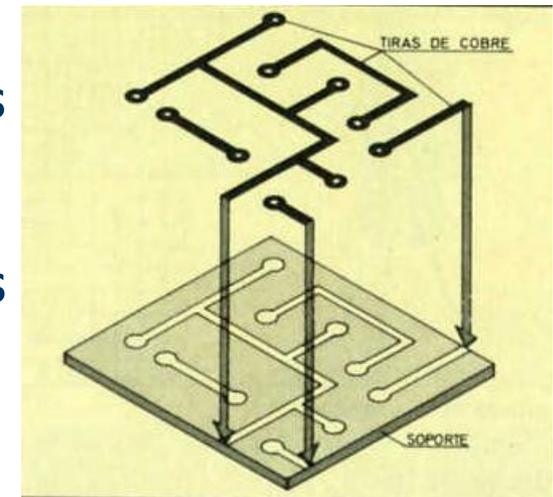
- ◆ Se obtienen a partir de un material base, llamado laminado, formado por una resina plástica con una estructura interna de fibra de vidrio o papel impregnado, baquelita, que le confiere la resistencia mecánica adecuada.



- ◆ Sobre esta base se dispone en una o en las dos caras de laminas de cobre adheridas.
- ◆ Obteniéndose un producto final en forma de lámina de 1,5 milímetros de espesor.

# Propiedades del soporte del Circuito Impreso

- ◆ Placa soporte por electrólisis, procedimiento químico que permite obtener capas muy finas del material sedimentado.
- ◆ El grosor de las cintas de cobre que suele emplearse es de tan solo 35 micras (milésimas de milímetro).
- ◆ Tan débil sección trae como consecuencia una relativamente alta resistencia eléctrica.
- ◆ Debe ser completamente aislante, y poder conservarse en cualquier condición climática y sobre todo para corriente continua y altas frecuencias.
- ◆ Suficiente rigidez
- ◆ Material utilizado la baquelita y la fibra de vidrio



# Propiedades del grosor de las pistas de cobre

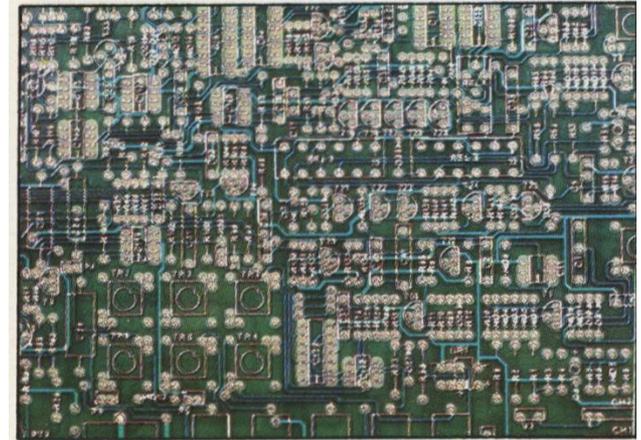
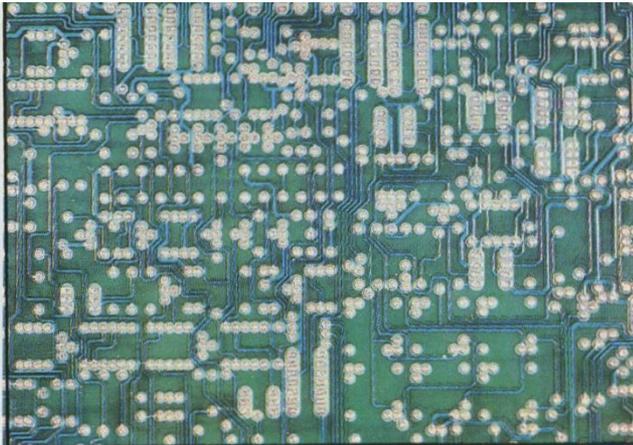
ANCHURA CINTA (mm)	DIAMETRO HILO EQUIVALENTE (mm)	
	35 $\mu$ espesor	70 $\mu$ espesor
0,1	0,067	0,094
0,2	0,094	0,13
0,5	0,15	0,21
1	0,21	0,30
2	0,30	0,42
5	0,47	0,67
10	0,67	0,94

ANCHURA CINTA (mm)	CORRIENTE MAXIMA RECOMENDABLE (A)	
	35 $\mu$ espesor	70 $\mu$ espesor
0,1	0,1	0,15
0,2	0,15	0,4
0,5	0,4	0,8
1	0,8	1,6
2	1,6	2,5
5	3,0	4,5
10	4,5	7,0

- ◆ Débil espesor 35 micras y 70 micras en casos especiales.
- ◆ Una pista de 2 mm de ancho equivale a un cable de 0,3 mm de diámetro.
- ◆ Una pista de 0,4 mm y 20 cm de largo posee una resistencia de  $0,25 \Omega$
- ◆ Poca capacidad para manejar corrientes elevadas.

# Circuitos monocapa, doble capa y multicapa

- ◆ Los monocapa disponen únicamente de pistas conductoras por una sola cara, destinada solamente a la soldadura de los componentes.
- ◆ Los de doble capa disponen de pistas por las dos caras, empleándose para la soldadura sólo una de ellas.

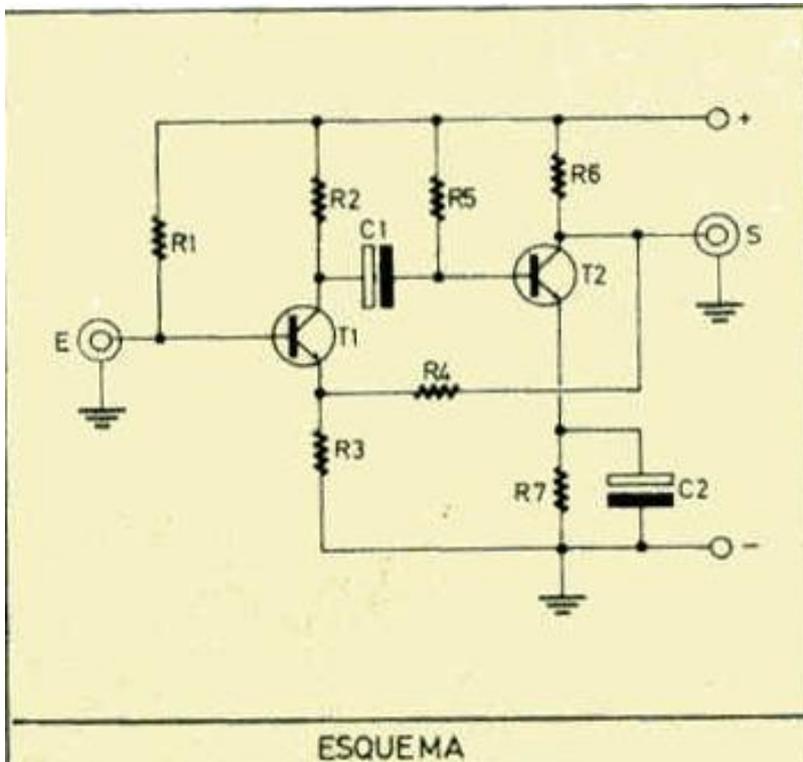


- ◆ La multicapa se emplean únicamente en equipos que requieran una altísima cantidad de componentes y por lo tanto, de interconexiones, en espacios muy reducidos ya que debido a su alto precio no resulta conveniente aplicarle en otros casos.

# Fases del Diseño

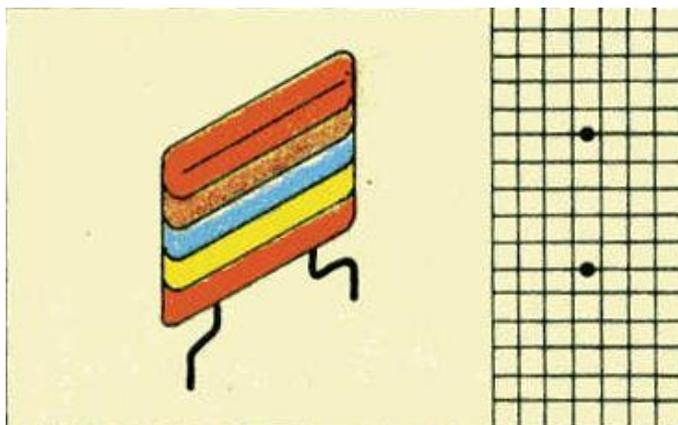
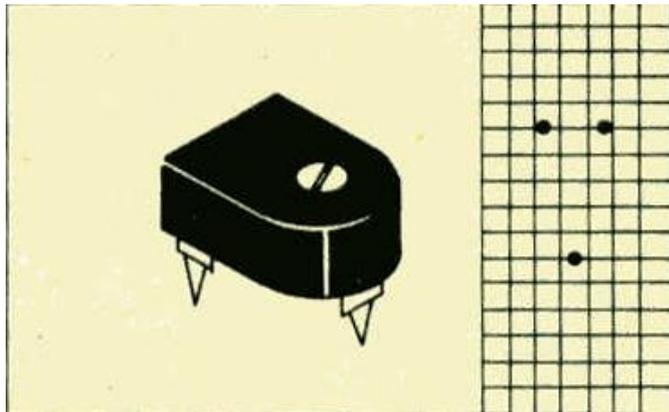
- ◆ *Esquema Eléctrico*
- ◆ *Distribución: Disposición geométrica*
- ◆ *Trazado de las pistas: Interconexión*

# Esquema eléctrico



- ◆ El esquema eléctrico es el circuito electrónico donde se establecen los componentes y conexiones para transferirlo a la PCI.
- ◆ Principalmente nos tenemos que fijar en la cantidad de componentes y el tamaño de cada uno de ellos.
- ◆ También es necesario saber la tensión y corriente de consumo del circuito.
- ◆ Si lleva algún componente que por sus características deben ir fuera de la placa, se colocarán terminales de conexión.

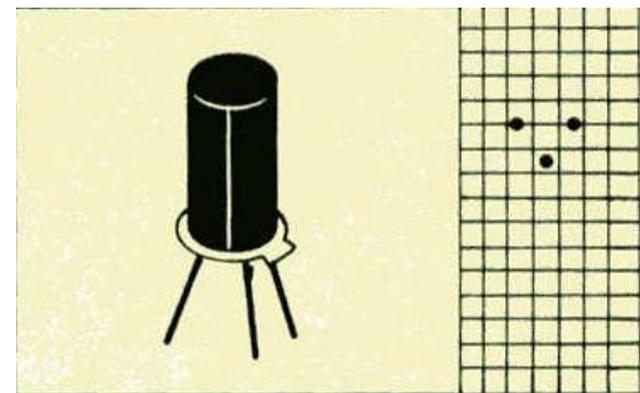
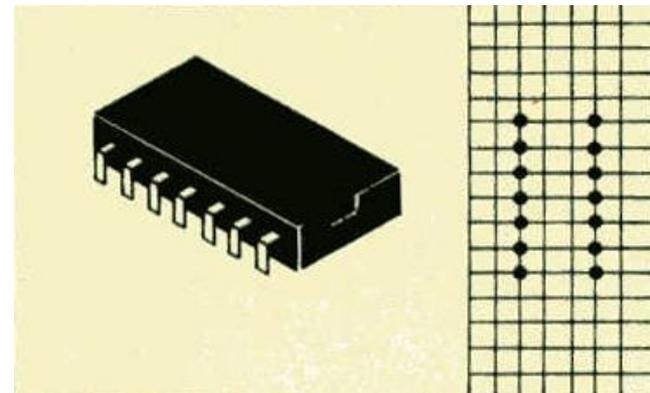
# Disposición geométrica



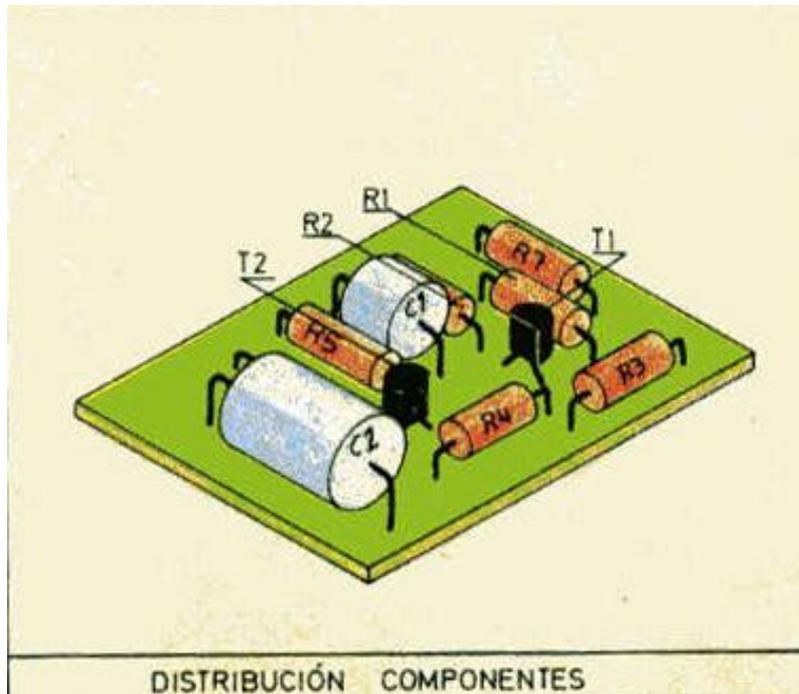
- ◆ Consiste en asignar los espacios que ocuparan los componentes, teniendo en cuenta la dimensiones de los mismos, utilizando una rejilla ó retícula formando cuadrados de 0,1 pulgada = 2,54 mm de lado.
- ◆ Normalmente se realiza el dibujo a una escala mayor del tamaño real, siendo las más típicas 2:1, 4:1 y 5:1, con ello el dibujo es menos dificultoso y los errores que puedan ser tolerables se reducen.

# Disposición geométrica

- ◆ La separación entre los terminales adyacentes de cualquier componente se medirá con un calibre ó instrumento similar
- ◆ La distancia mínima entre dos puntos próximos, sin estar unidos, será de 5 mm.
- ◆ Excepción transistores de potencia, componentes con terminales axiales que no tiene separación fija.

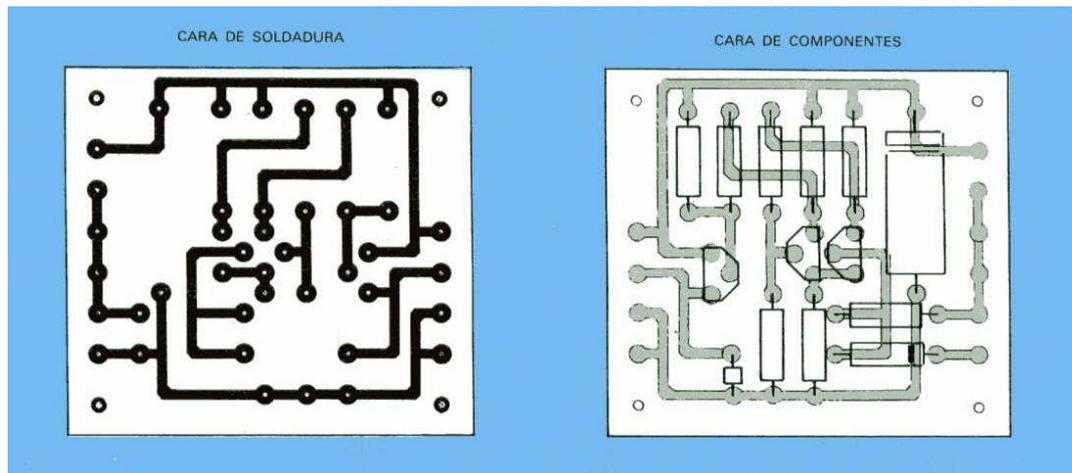


# Disposición geométrica



- ♦ Una vez dimensionado el tamaño de la placa se procederá a la distribución de los componentes de forma que no se produzcan largas distancias entre conexiones.
- ♦ Se mantendrá una separación mayor en componentes de mayor potencia para evitar radiar calor a otros componentes.
- ♦ Se colocarán las regletas de conexiones, espadines, terminales de conexión, en los extremos de la placa.

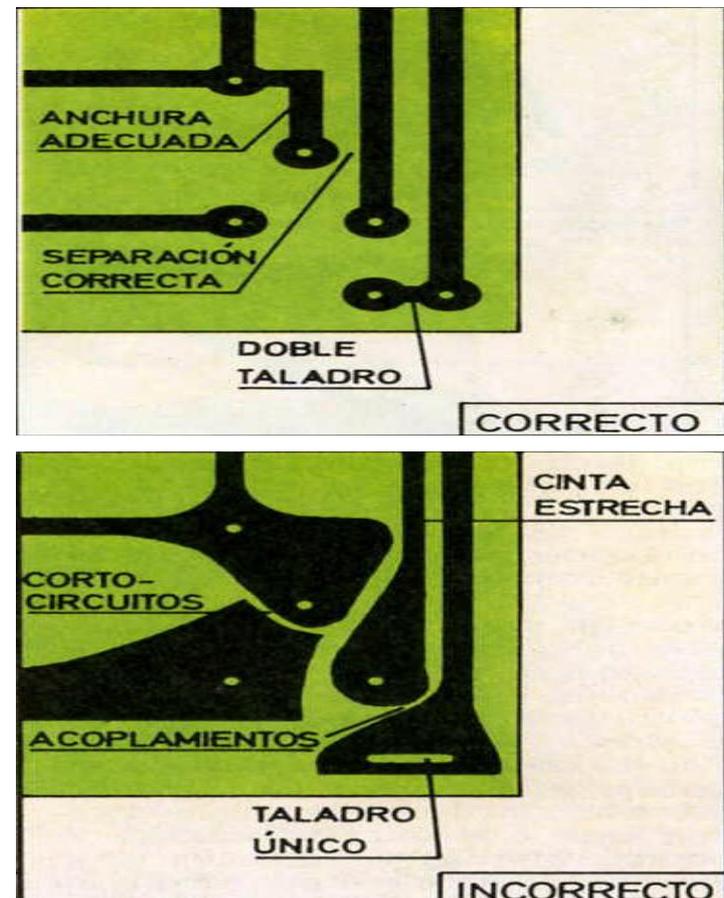
# Reglas para el trazado de pistas



- ◆ Una vez colocados los componentes en el diseño, se procede a dibujar las pistas o vías de interconexión.
- ◆ Si el circuito es monocara los cruces de conductores deberán realizarse mediante puentes de hilo situados en la cara de los componentes.
- ◆ Si se trata de doble cara, los cruces se realizarán mediante pistas en la misma cara que en el caso anterior.

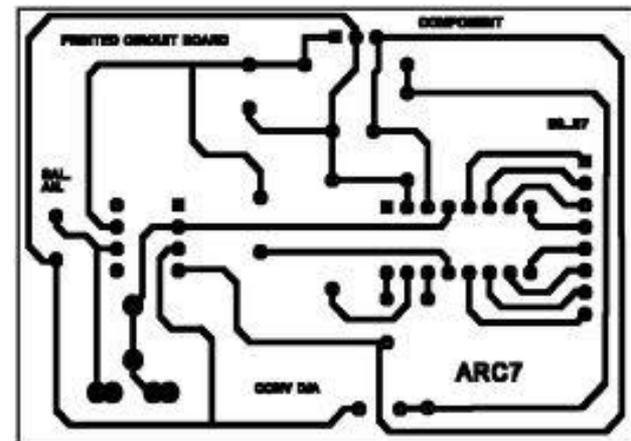
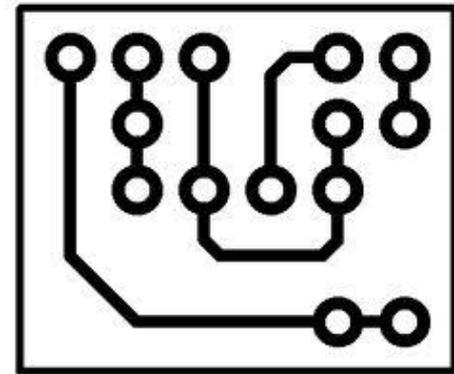
# Reglas para el trazado de pistas

- ◆ Conexiones cortas y directas entre terminales
- ◆ Trazados sin cruces
- ◆ Evitar formas angulares
- ◆ Guardar entre pistas y pistas una separación juiciosa que elimine la posibilidad de cortocircuitos
- ◆ Los puntos de soldadura deberá ser de un diámetro de cómo mínimo el doble del ancho de la pista.



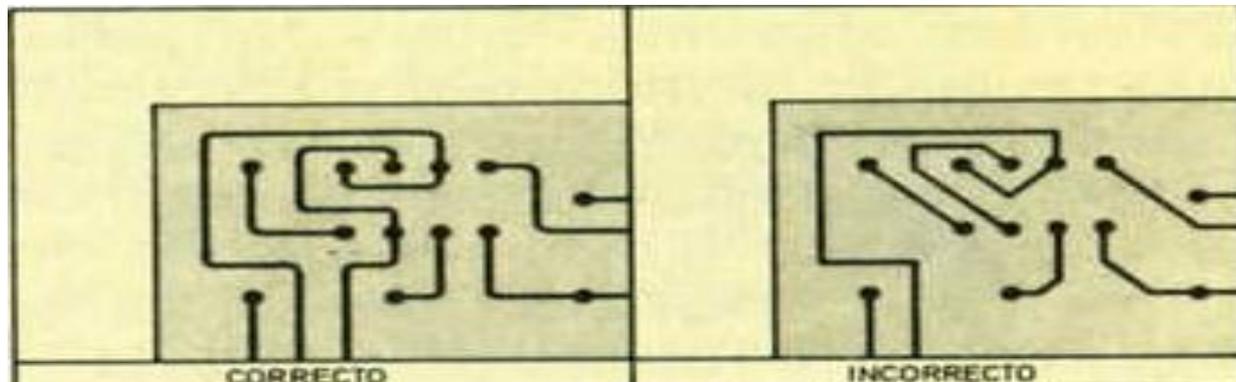
# Reglas para el trazado de pistas

La distancia entre pistas próximas o punto de soldadura dependerá de la diferencia de potencial que exista entre ambas pistas, esto es, cuanto mayor sea la diferencia de potencial mayor será el espacio de separación entre ellas. La distancia mínima normalmente suele ser de 0,8 mm, aunque en diseños de mucha densidad de pistas también puede ser de hasta 0,4 mm de separación.



# Reglas para el trazado de pistas

- ◆ Se evitarán, en todo lo posible, ángulos igual o menores de  $90^\circ$ , si fuera necesario realizarlo siempre se hará suavizando dicho ángulo mediante ángulos mayores de  $90^\circ$ .
- ◆ La distancia entre las pistas y el borde de la placa será de cómo mínimo de 5mm
- ◆ No se colocarán componentes de forma oblicua, esto es, la disposición de los componentes se hará horizontalmente o verticalmente.

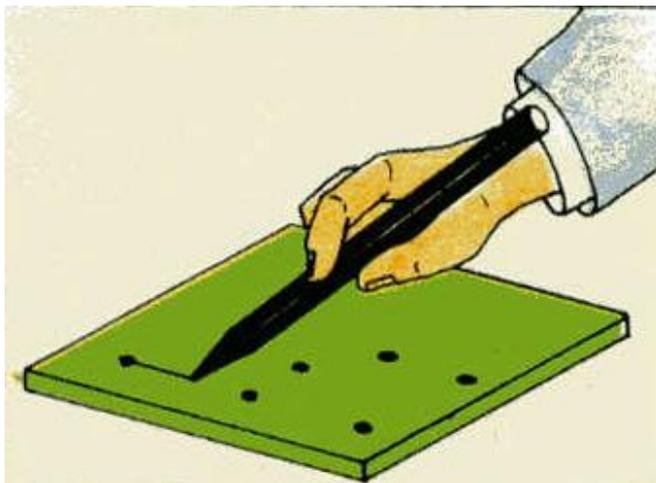
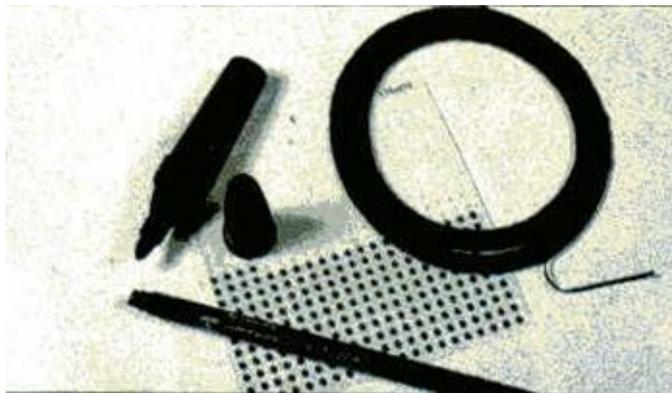




# Fabricación del circuito impreso

- ♦ Con el diseño ya realizado, se procede a traspasar dicho diseño a la placa virgen del circuito impreso mediante una serie de procesos de transcripción por medio de pintado ó fotograbado donde se graba las pistas protegiéndola de un material plástico capaz de soportar el ataque químicos para conseguir que solo queden aquellas formas de cobre (pistas) que se corresponde con el dibujo del circuito impreso anteriormente diseñado.

# Trascripción del circuito



- ◆ Cintas y laminas
  - Cintas de plástico con adhesivo
  - Ventajas su rapidez y precisión
  - Inconveniente el precio
- ◆ Roturadores
  - Indeleble
  - Precio económico
  - Distinto grueso de punta
  - Inconveniente, hay que recubrir la zona con bastante tinta para que no sea atacada
  - Ideal para prototipos y pruebas.

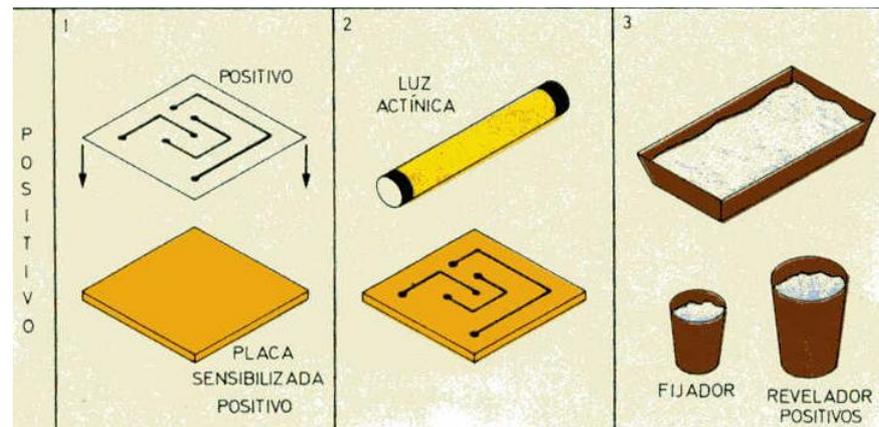
# Trascripción del circuito



- ◆ Para las tiras más gruesas se puede usar la cinta crepe y si hubieran regiones amplias a cubrir con la tinta, el esmalte común de uñas se puede usar perfectamente. Lo importante es no dejar huecos desprotegidos en cada caso.
- ◆ Los puntos en que van a entrar los terminales de los componentes y que por lo tanto corresponden a los agujeros marcados, se deben hacer con cuidado.

# Proceso de transcripción con fotograbado

- ◆ Útil cuando se van a hacer gran cantidad de circuitos iguales
- ◆ Se presenta en placa sensibilizada negativa
- ◆ Se presenta en placa sensibilizada positiva
- ◆ Posee un barniz que recubre la placa
- ◆ Se procede a revelar el barniz fotosensibilizado
- ◆ Revelado por tubos fluorescentes.

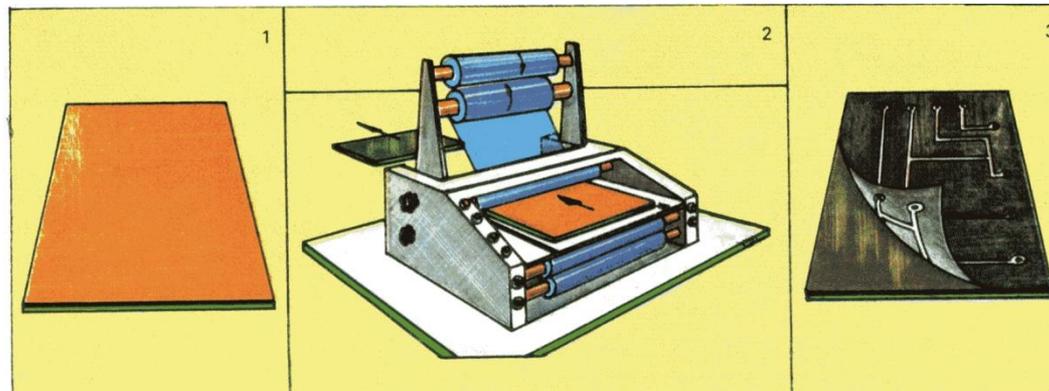


# Proceso de transcripción con fotograbado

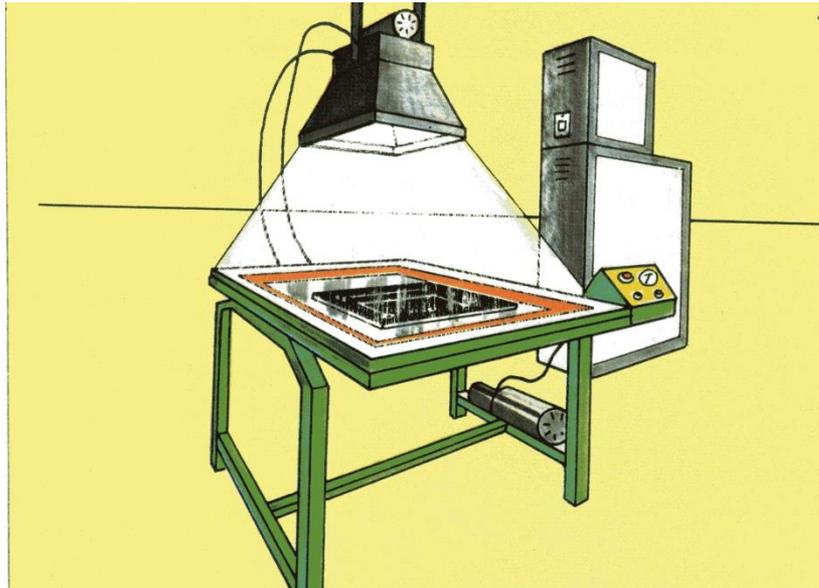
- ◆ Dichas placas vírgenes se suelen vender presensibilizadas, esto es, son placas a las cuales se les ha depositado encima de la capa de cobre una fina capa de un material plástico el cual es sensible a la luz, dicha presensibilización puede ser negativa o positiva, actuando la luz de forma diferente al incidir en cada una de ellas.
- ◆ El diseño correspondiente obtenido según el apartado anterior, deberá encontrarse impreso en algún material, por regla general en algún tipo de material transparente como el acetato o bien en papel vegetal (en fabricación profesional este material suele ser especial de gran calidad y precisión, al cual se le suele llamar fotolito)

# Proceso de transcripción con fotograbado

- ◆ Dichas placas vírgenes se suelen vender presensibilizadas, esto es, son placas a las cuales se les ha depositado encima de la capa de cobre una fina capa de un material plástico el cual es sensible a la luz, dicha presensibilización puede ser negativa o positiva, actuando la luz de forma diferente al incidir en cada una de ellas.



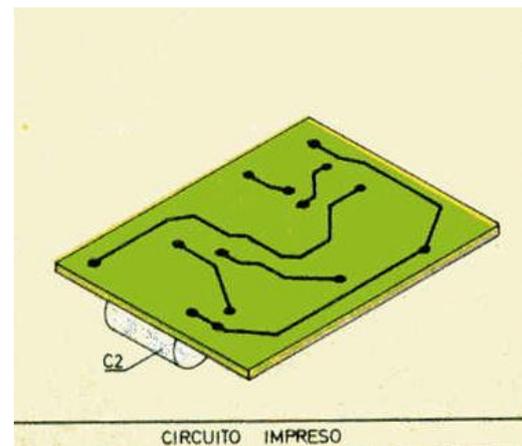
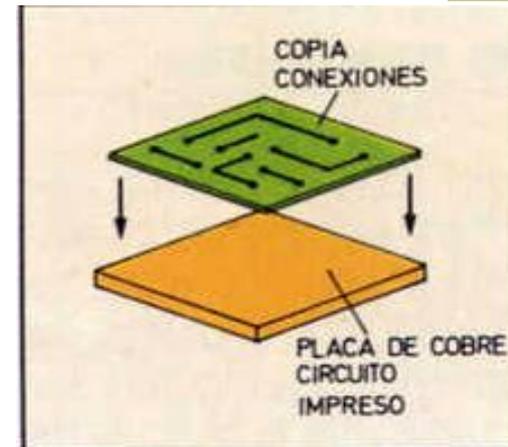
# Proceso de transcripción con fotograbado



- ◆ El proceso de insolación fundamentalmente consiste en iluminar mediante un tipo de luz especial (ultravioleta), dispuesta encima y a una determinada distancia del acetato, durante un tiempo determinado, no pasando por aquellas partes del acetato que se encuentren dibujadas por lo que el recubrimiento presensibilizado no se verá afectado por la luz.

# Proceso de transcripción con fotograbado

- ◆ El diseño correspondiente obtenido según el apartado anterior, deberá encontrarse impreso en algún material, por regla general en algún tipo de material transparente como el acetato o bien en papel vegetal (en fabricación profesional este material suele ser especial de gran calidad y precisión, al cual se le suele llamar fotolito)



# Instrucciones de Empleo

- ◆ Sacar el plástico adhesivo negro de protección
- ◆ Colocar el original sobre la placa. Colocar un vidrio de 4 o 5 mm. sobre el conjunto y cargarlo con dos pesos con el fin de prensarlo.
- ◆ Insolar la placa: los tiempos de insolación depende de la fuente lumínica utilizada:
  - 2 a 4 minutos: con el chasis de insolación CIF
  - 2,5 a 4 minutos con tubos actínicos (U.V.) de 15W a 10 cm máximo de distancia.
  - 12 minutos aprox. Con una bombilla de 250W a 25 cm (máximo 150 x 200)
  - 10 minutos aprox. Con una lámpara tipo de broncear a 50 cm mínimo de distancia.

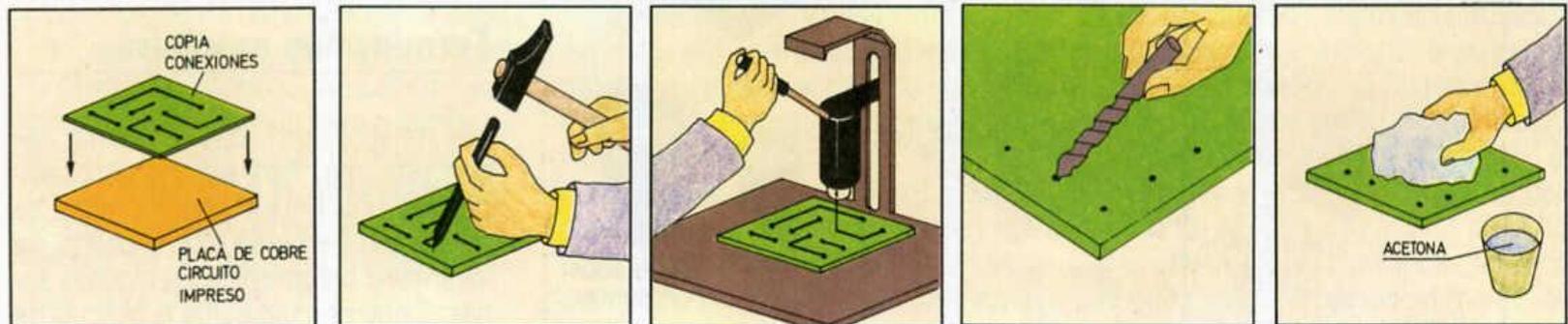
# Instrucciones de Empleo

- ◆ Revelar la placa: sumergirla de 1 a 2 minutos, agitándola
- ◆ Enjuagar la placa con agua
- ◆ Grabar con percloruro de hierro: sumergir la placa en un baño de percloruro a 1,33 de densidad, para acelerar el proceso debe calentar ligeramente el baño y agitar la cubeta.
- ◆ Finalmente limpie la placa con eliminador adecuado al tipo de presensibilización y se podrá estañar la placa en solo un minuto.

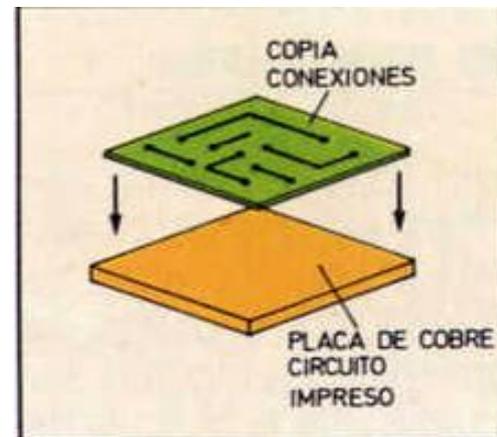
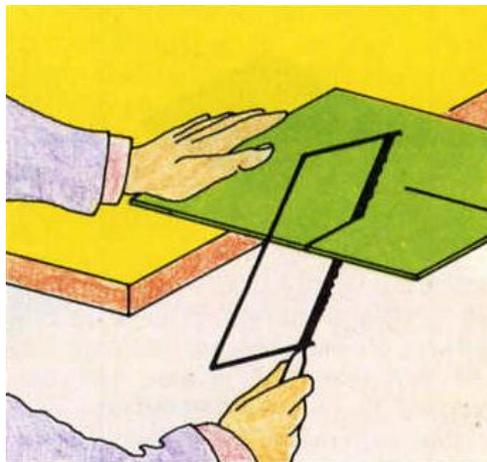
# Proceso de mecanizado de placas

1. Cortar la placa al tamaño diseñado.
2. Disposición de la plantilla.
3. Marcado de los taladros.
4. Perforación de la placa con brocas adecuadas.
5. Eliminación manual de rebabas.
6. Limpieza final, con alcohol ó acetona.

Disposición de la plantilla. Marcado de los taladros. Perforación de la placa. Eliminación manual de rebabas. Limpieza final.



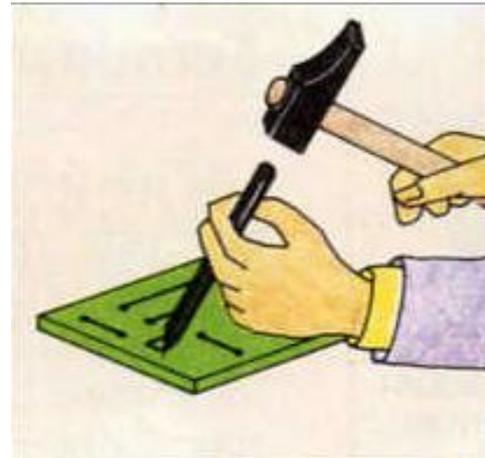
# Corte y disposición de la plantilla



- ◆ Se cortará la placa al tamaño establecido en el diseño
- ◆ Posteriormente se coloca sobre la placa y en el lado del cobre la copia de conexiones.

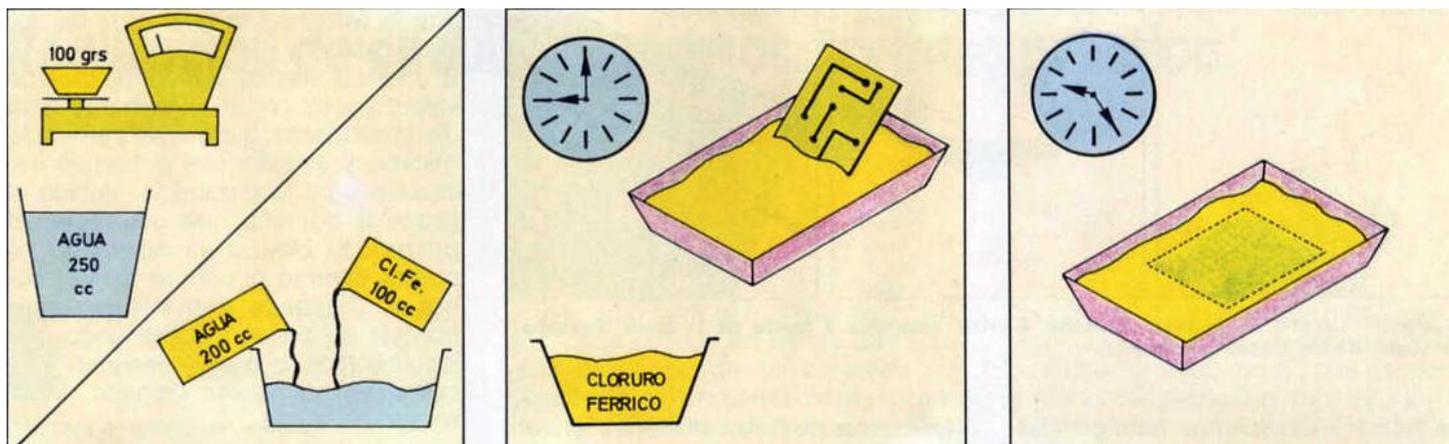
# Los taladros

- ◆ Marcar los lugares donde van los taladros con granate ó punzón.
- ◆ Utilizar brocas del diámetro de 1mm para la gran mayoría de los casos.
- ◆ Utilizar brocas de 1,5 mm para componentes con patillaje de mayor sección.
- ◆ Utilizar brocas de 3 a 4 mm para taladros que lleven tornillos.

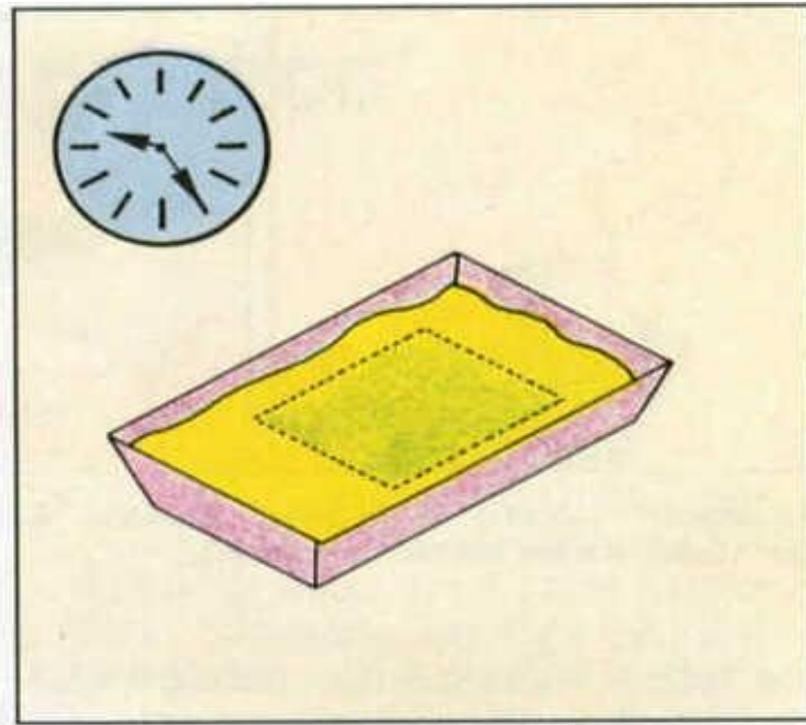


# Ataque químico

- ◆ Disolvente más utilizado cloruro ferrico, presentación en pastillas para disolver en agua
- ◆ 100 gramos de cloruro ferrico y  $\frac{1}{4}$  de litro de agua
- ◆ Se utiliza una cubeta de plástico
- ◆ Precaución con el disolvente químico, que mancha, corroe y ataca a materiales metálicos.



# Tiempo de proceso



- ♦ Según la concentración química y la superficie de cobre entre 20 y 30 minutos
- ♦ No excederse demasiado en el tiempo de disolución, podría levantar la capa protectora del mismo
- ♦ El cloruro férrico puede emplearse para varias veces, perdiendo eficacia.

# Acabado final

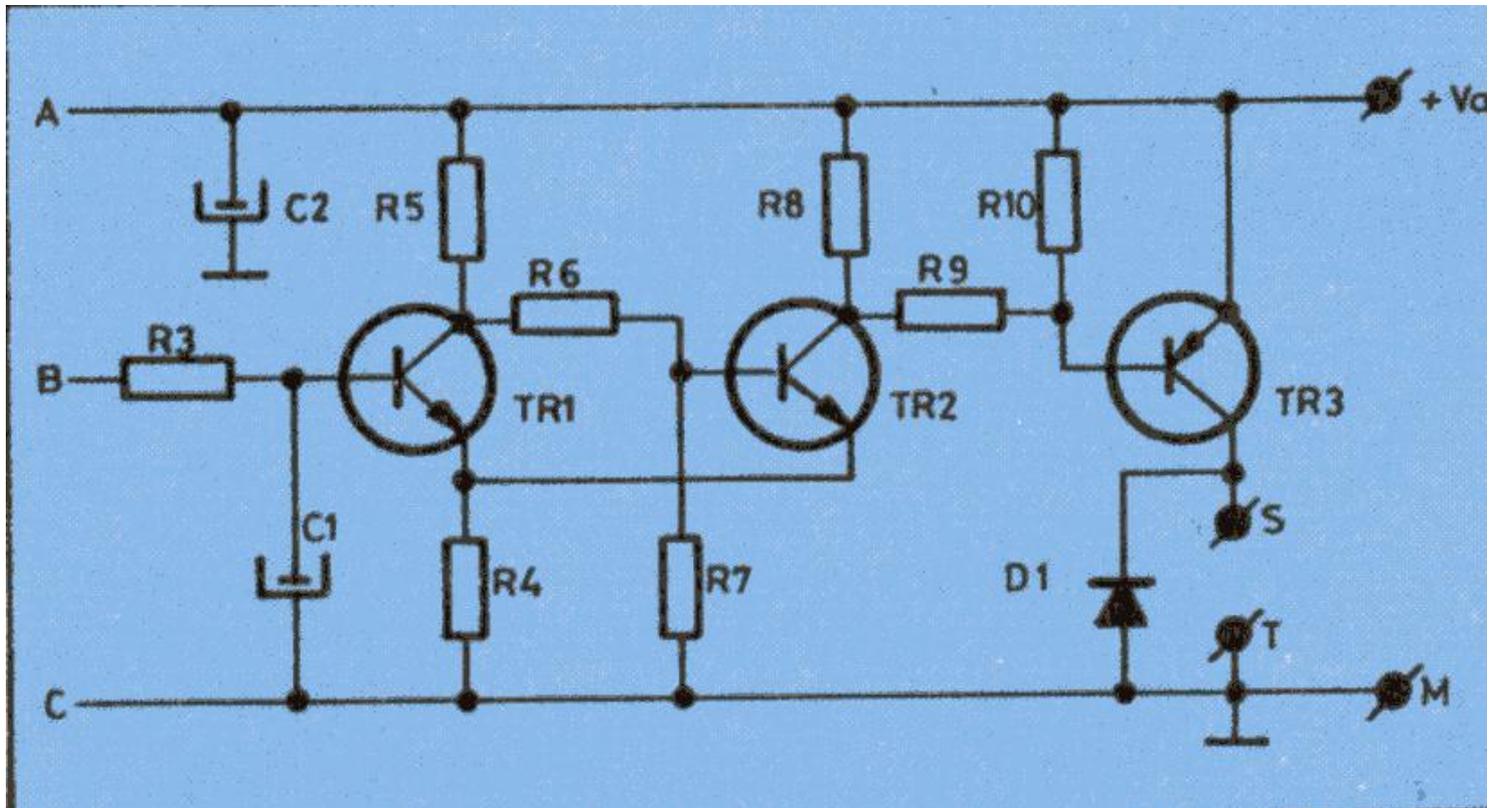
- ◆ Lavar la placa con agua tibia para eliminar los restos de cloruro férrico
- ◆ Eliminar la protección del cobre con un disolvente, como ejemplo el alcohol ó la acetona.
- ◆ Medir con el ohmetro la continuidad de las pistas
- ◆ Es conveniente aplicar un barniz que evite su oxidación y proteja la cara de cobre.



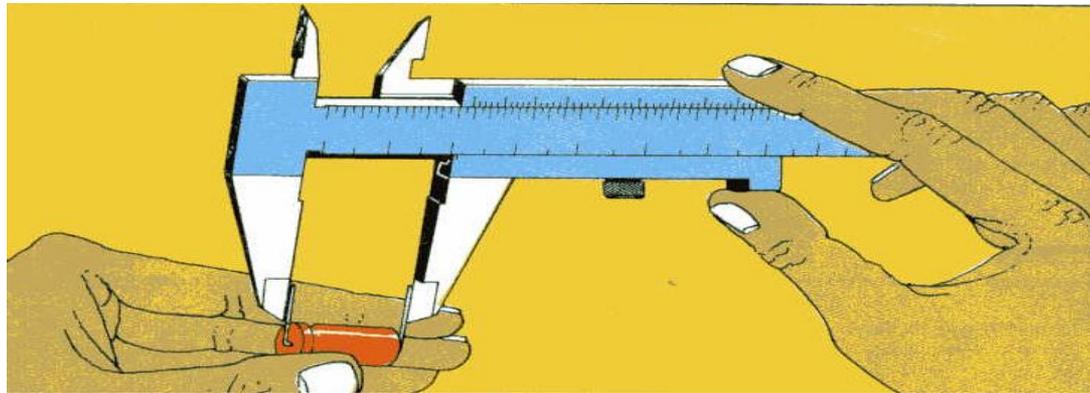
# Realización práctica

- ◆ Elección del circuito electrónico
- ◆ Disposición y dimensiones de los componentes
- ◆ Dibujo sobre papel
- ◆ Corte de la placa
- ◆ Marcado de taladros
- ◆ Taladros
- ◆ Trazados de las pistas
- ◆ Incisión del cobre
- ◆ Eliminación de la tinta y limpieza de la placa

# Elección del circuito electrónico

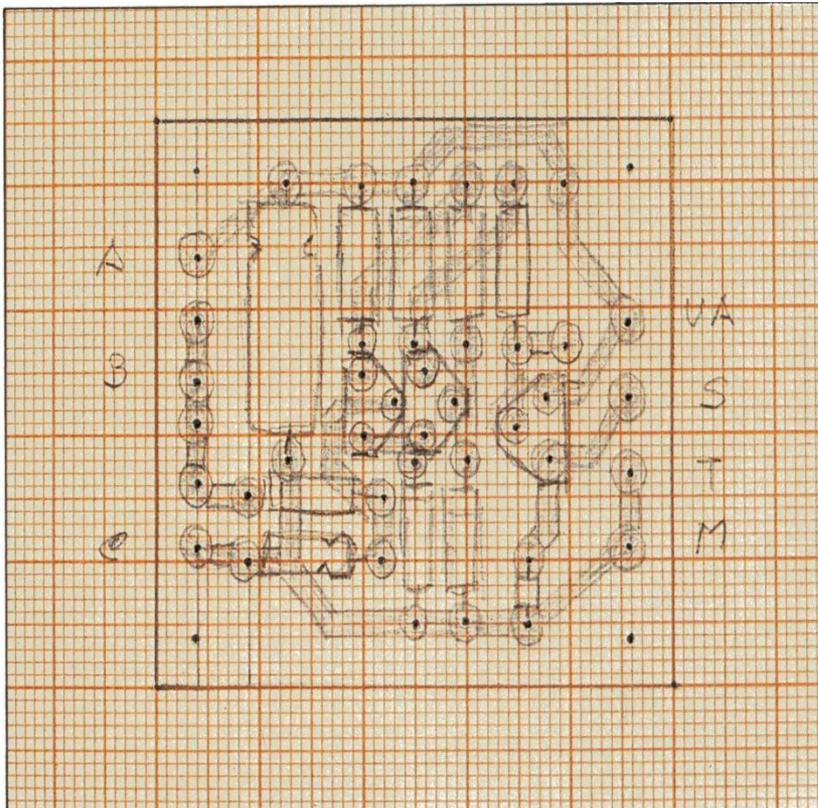


# Disposición y dimensiones de los componentes



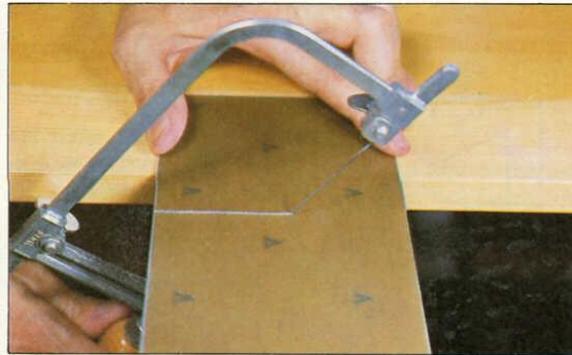
- ◆ La primera consideración es la disposición que va a darse a los componentes sobre la placa, existiendo dos alternativas: horizontalmente, con el cuerpo tumbado sobre la placa ó verticalmente, sujetos por los puntos de soldadura.
- ◆ El dimensionado se utilizará para las diferentes separación entre terminales de los componentes de un instrumento de medida como el calibre o pie de rey.

# Dibujo sobre papel milimetrado



- ◆ Se dibujará a lápiz sobre ella los componentes a su tamaño real marcando cuidadosamente los puntos correspondientes a los taladros por lo que van a penetrar los terminales de éstos para pasar de una cara a la otra.
- ◆ Después se unirán con el lápiz todos aquellos puntos entre los que deba existir una conexión eléctrica, mediante trazos de 1,5 mm.

# Corte de la placa



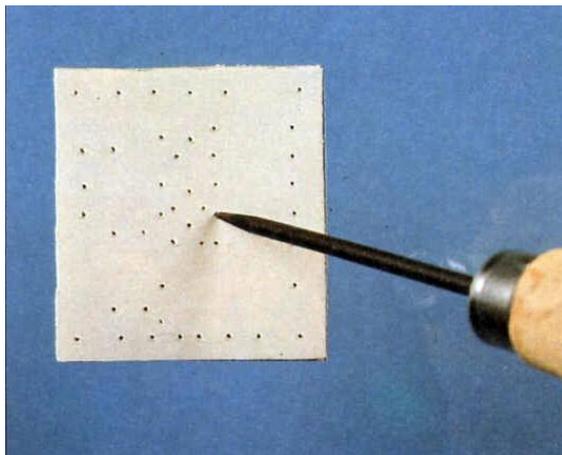
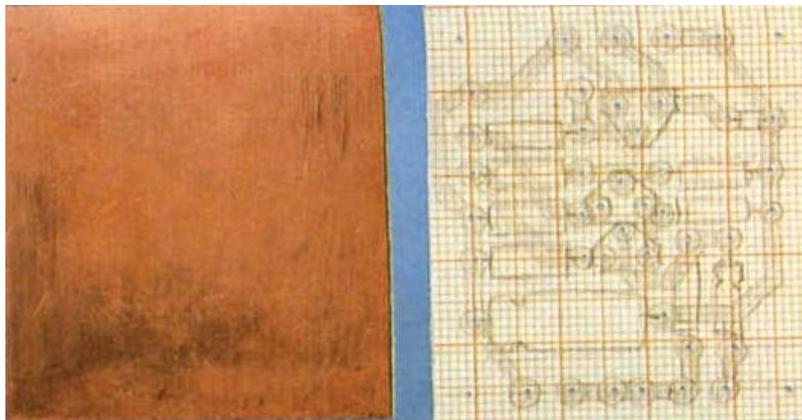
- ♦ Según la medida establecida en el diseño de la placa de circuito impreso se traza el contorno de la placa y se corta con una sierra de arco fina o con un Cutter, este ultimo se realiza por las dos caras, cara del cobre y por la cara de baquelita, para que sea fácil su corte.

# Corte de la placa

- ♦ Una vez cortado de la superficie original. Si se emplea un laminado de baquelita será preciso calentarla un poco para que no se astillen los bordes.



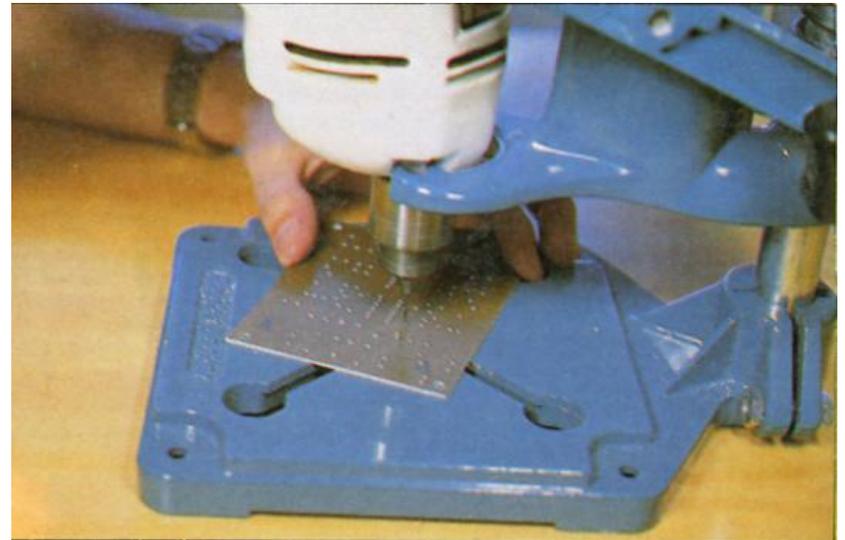
# Marcado de los taladros



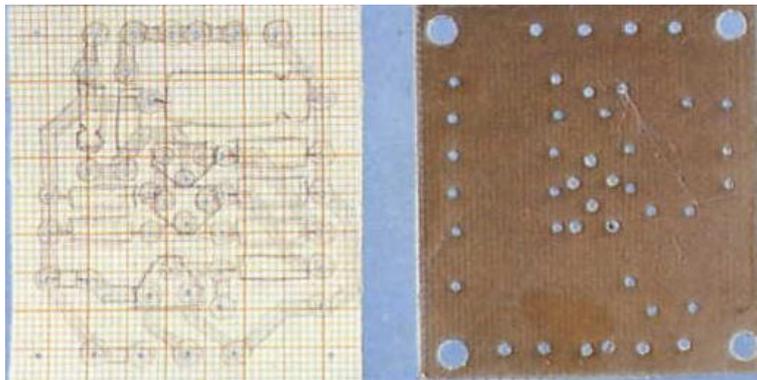
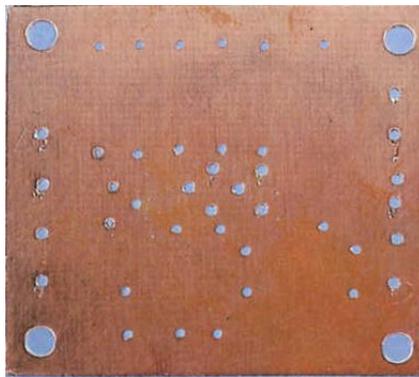
- ♦ A continuación se deberá marcar en papel vegetal ó transparente, todos los puntos correspondientes a los taladros, de forma que éste pueda colocarse sobre la cara de cobre con la superficie dibujada hacia abajo.
- ♦ Después se marcarán con el punzón todos los puntos ejerciendo la presión suficiente para que queden grabado en el cobre

# Taladrar la placa

- ♦ La siguiente fase será taladrar los orificios señalados por el punzón. Se empleará, para ello, un taladro con la broca de 1mm., para la perforación de resistencias, condensadores, transistores y otros componentes que tengan diámetro similar. De 1,5 mm para terminales espadín, terminales de relé o con terminales similar.



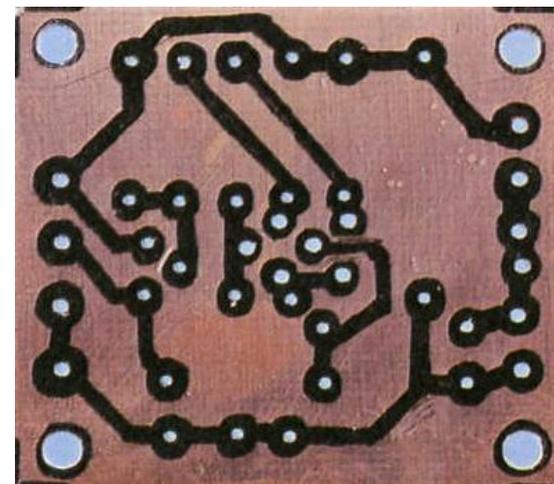
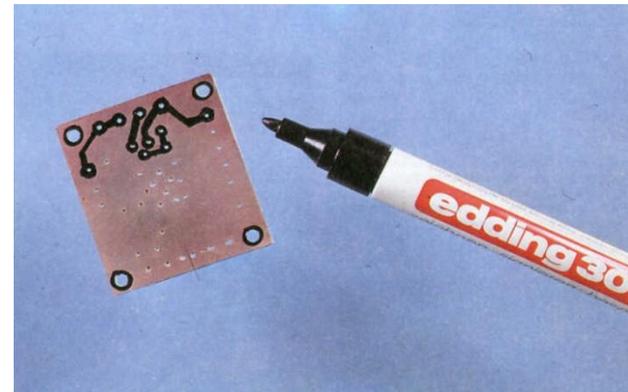
# Taladrar la placa



- ◆ Una vez taladrada la placa por la cara que contiene el cobre, que más tarde corresponderá a la cara de soldadura, es conveniente repasar con una broca de mayor diámetro, 4 mm, los taladros efectuados para quitar las rebabas existente y limpiarla con un pulimentador empleando un trapo limpio o porción de algodón.
- ◆ Es necesario comprobar que todos los taladros realizados en la placa corresponden con lo que se había diseñado sobre el papel.

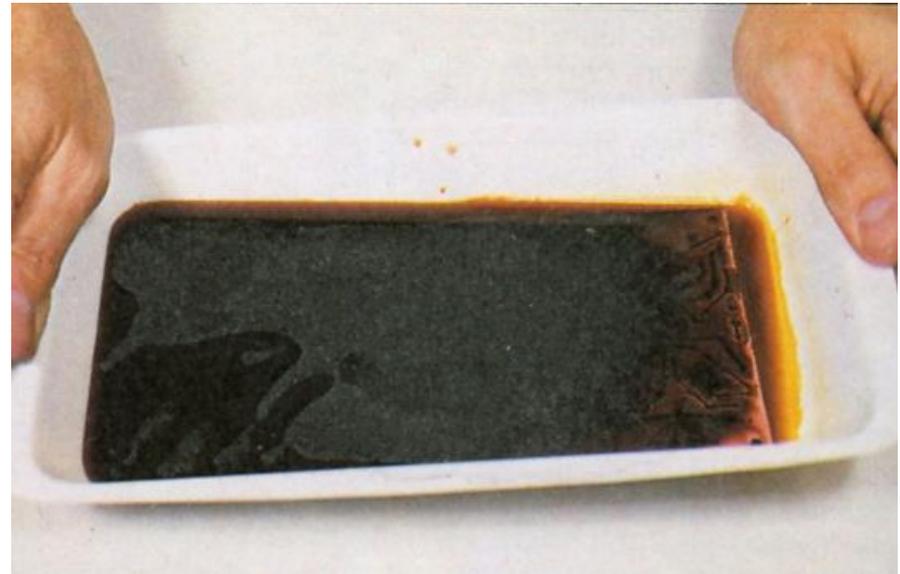
# Trazados de las pistas

- ◆ Seguidamente se procederá a dibujar sobre la cara del cobre los mismos trazos que se habían dibujado anteriormente sobre el papel milimetrado.
- ◆ Para ello, se utiliza un roturador indeleble de punta media, por ejemplo el edding 3000.
- ◆ Todo este proceso se debe hacer con la placa totalmente limpia y brillante y a partir de este momento no se tocará la superficie con los dedos.



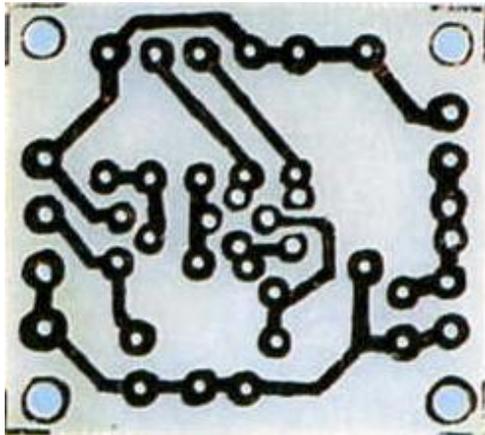
# Incisión del cobre

- ♦ La siguiente fase corresponde a la incisión o eliminación del cobre sobrante. Para ello se empleará cloruro férrico (atacado lento) ó agua fuerte con 50% de agua oxigenada (atacado rápido).
- ♦ Se recubre la cubeta de plástico y se introduce, con unas pinzas de plástico, la placa mirando la parte de cobre hacia arriba. Se mueve la cubeta para obtener menor tiempo de exposición.
- ♦ Es preciso tener precaución de no tocar con las manos o la ropa este liquido.



# Eliminación de la tinta y limpieza

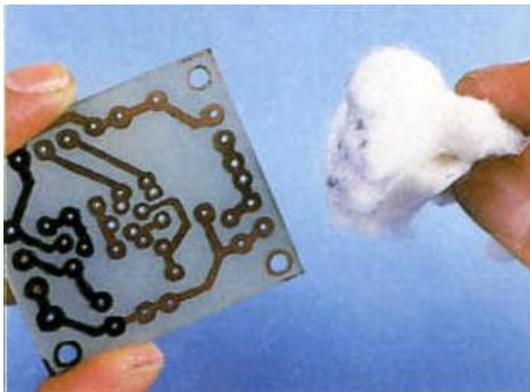
1°



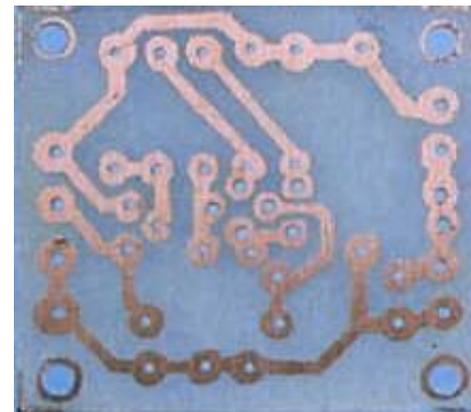
2°



3°



4°



# Terminación de la placa de circuito impreso

