

# EC1282 LABORATORIO DE CIRCUITOS PRELABORATORIO N° 9

## CIRCUITOS IMPRESOS



## DEFINICIÓN

\* **La tarjeta de circuito impreso** o PCB (por sus siglas en inglés Printed Circuit Board), es una superficie constituida por caminos o pistas de material conductor laminadas sobre una base no [conductora](#), cuya función es servir de soporte y conexión a los componentes de cualquier tipo de circuitos, desde simples radios a sofisticados sistemas de computación y control.

\* **Punto de vista eléctrico:** Forma segura, confiable y permanente de interconectar los componentes de un circuito electrónico.

\* **Punto de vista mecánico:** Manera de proporcionar una base sólida al circuito, protegiéndolo ante sacudidas y golpes, sin perder capacidad de operación.

## HISTORIA

- \* El primer circuito impreso fue desarrollado por el ingeniero austriaco Paul Eisler (1907-1995), quien fabricó uno alrededor de 1936 como parte de un radio, mientras trabajaba en Inglaterra.
- \* En 1943 se comenzó a utilizar esta tecnología en gran escala en los Estados Unidos para fabricar radios que fuesen robustas, a fin de utilizarlas durante la Segunda Guerra Mundial.
- \* En 1948 Estados Unidos liberó la invención para el uso comercial.
- \* Los circuitos impresos se empezaron a usar en forma masiva en la electrónica a mediados de 1950, cuando la Armada de los Estados Unidos desarrolló el proceso de Auto-Ensamblaje.

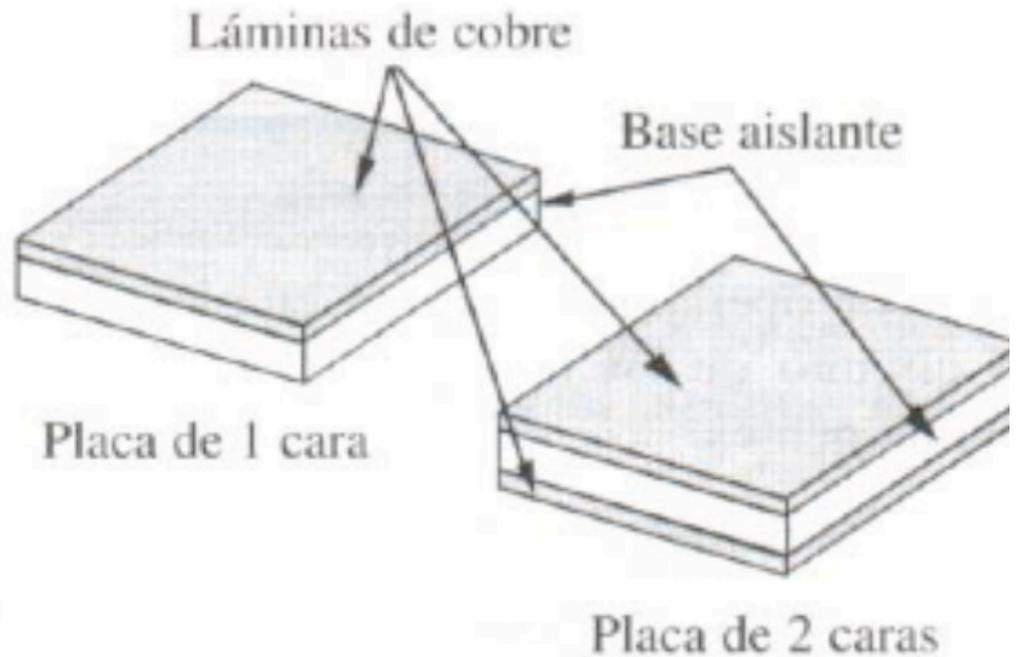
# COMPONENTES DE UN CIRCUITO IMPRESO

## Sustratos

- \* Papel impregnado de resina fenólica, Pértinax
- \* Fibra de vidrio
- \* Plástico flexible

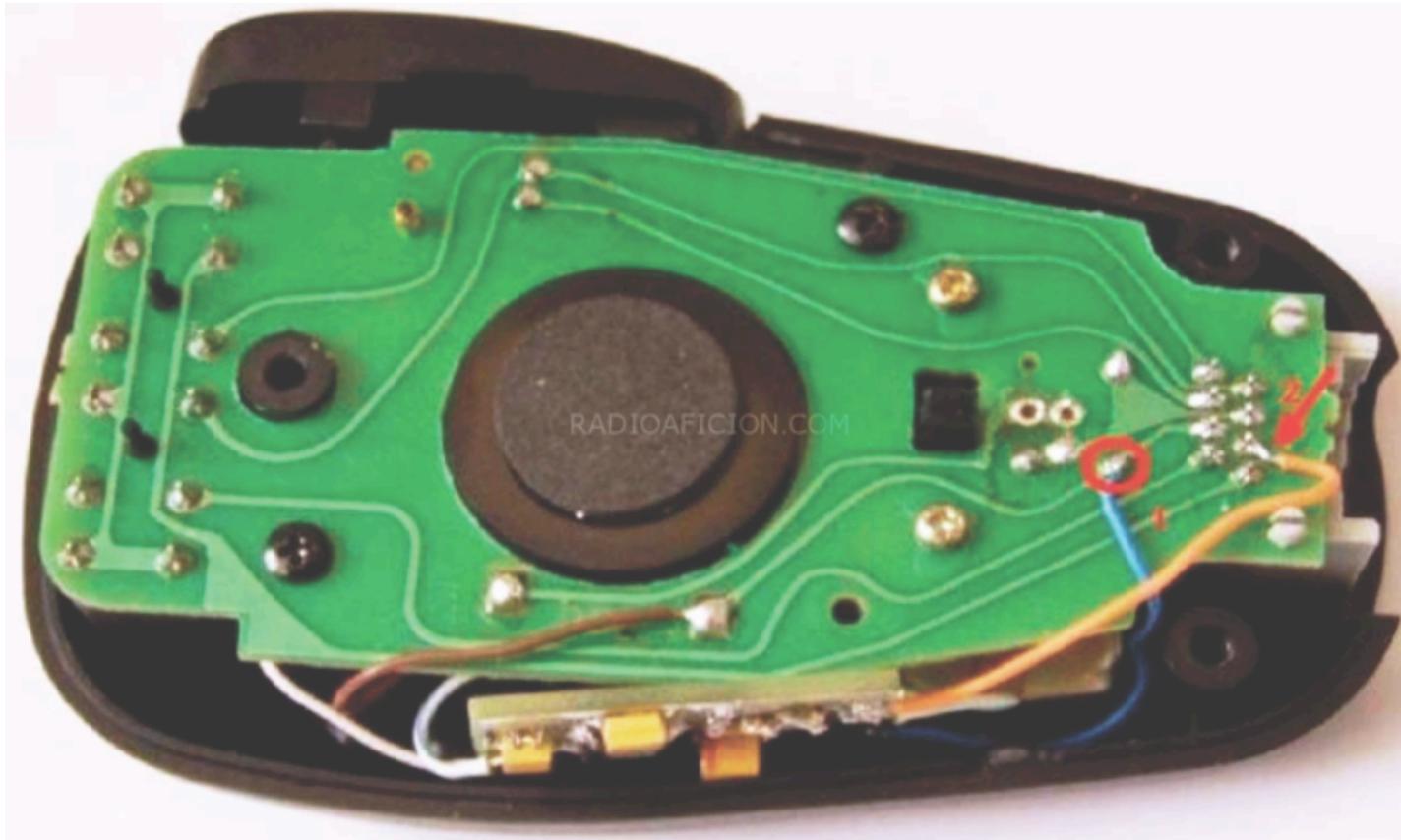
## Material conductor

Láminas de cobre



## TAMAÑO Y FORMA DEL SUSTRATO

El sustrato se tiene que ajustar al tamaño del circuito, y no tiene por qué ser cuadrado o rectangular.



## **PROCEDIMIENTOS DE ELABORACIÓN**

**1.- Con aplicación de procesos químicos para retirar posteriormente el cobre no deseado, mediante inmersión del circuito en percloruro férrico, ácido clorhídrico o peróxido de hidrógeno.**

\* Impresión serigráfica: Utiliza tintas resistentes que protegen la capa de cobre.

\* Fotograbado: Se elaboran transparencias negativas denominadas fotolitos que luego se traspasan a la lámina de cobre mediante métodos fotográficos. Los dibujos pueden realizarse a mano, utilizando plantillas, o mediante programas de diseño de circuitos impresos.

**2.- Sin aplicación posterior de procesos.**

\* Fresado: Utiliza una fresa mecánica de 2 o 3 ejes para quitar el cobre del sustrato.

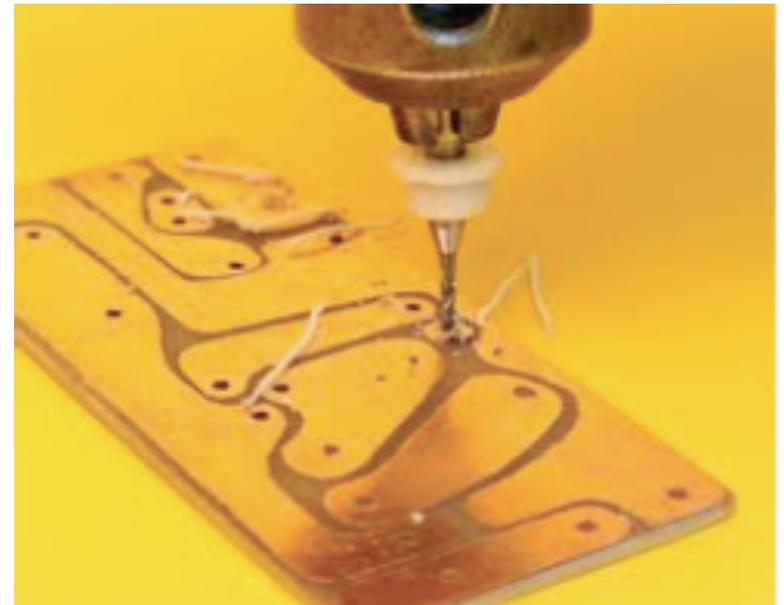
## CIRCUITOS IMPRESOS ARTESANALES

\* Son los circuitos elaborados en un laboratorio pequeño o inclusive en una casa particular, a fin de utilizarlos en proyectos de desarrollo. Es necesario contar con las herramientas y productos requeridos para su fabricación.



## CIRCUITOS IMPRESOS ARTESANALES. PERFORACIONES

En los circuitos impresos sencillos, por lo general se utilizan componentes que tienen terminales de varios milímetros de longitud para colocarlos en la tarjeta y soldarlos. Una vez que se dispone del impreso, se tienen que perforar los huecos mediante un taladro que tenga las brocas de la dimensión correcta.



# CIRCUITOS IMPRESOS ARTESANALES

## COLOCACIÓN DE COMPONENTES

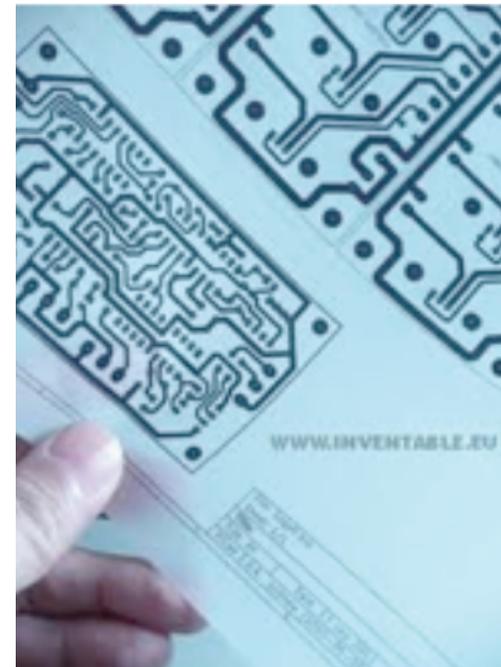
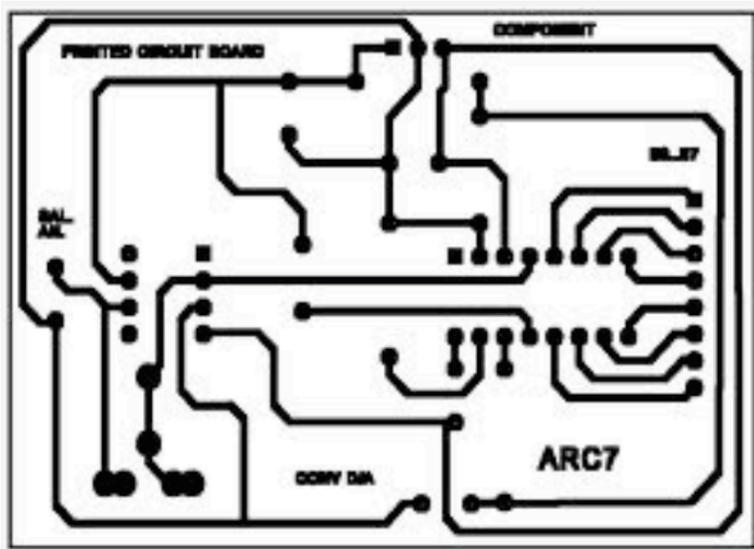
Los componentes se colocan en la cara opuesta a las pistas de cobre (cara de componentes) y sus terminales se introducen a través de los huecos perforados y se sueldan a las pistas de cobre (cara de conexiones).

Esta tecnología se conoce como de "agujeros pasantes" (through holes). En la cara de componentes se puede aplicar una litografía con el dibujo de los mismos para facilitar el montaje.

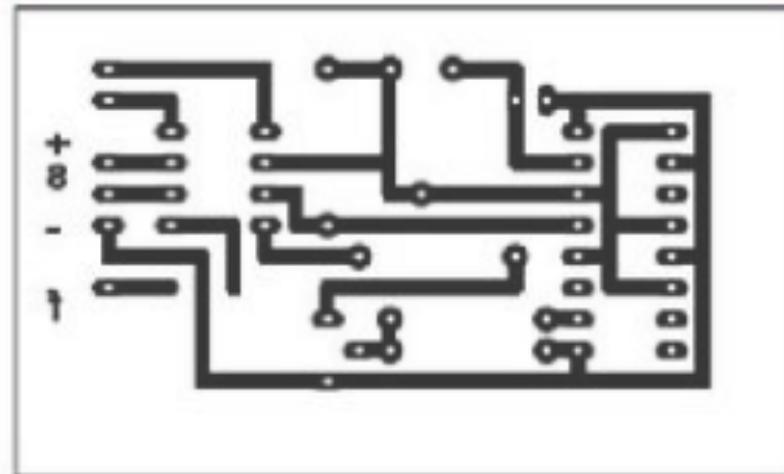
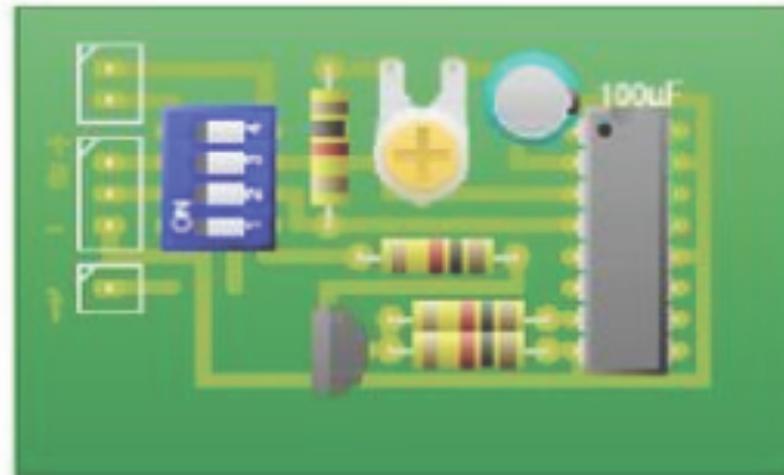


## CIRCUITOS IMPRESOS UTILIZANDO FOTOLITOS

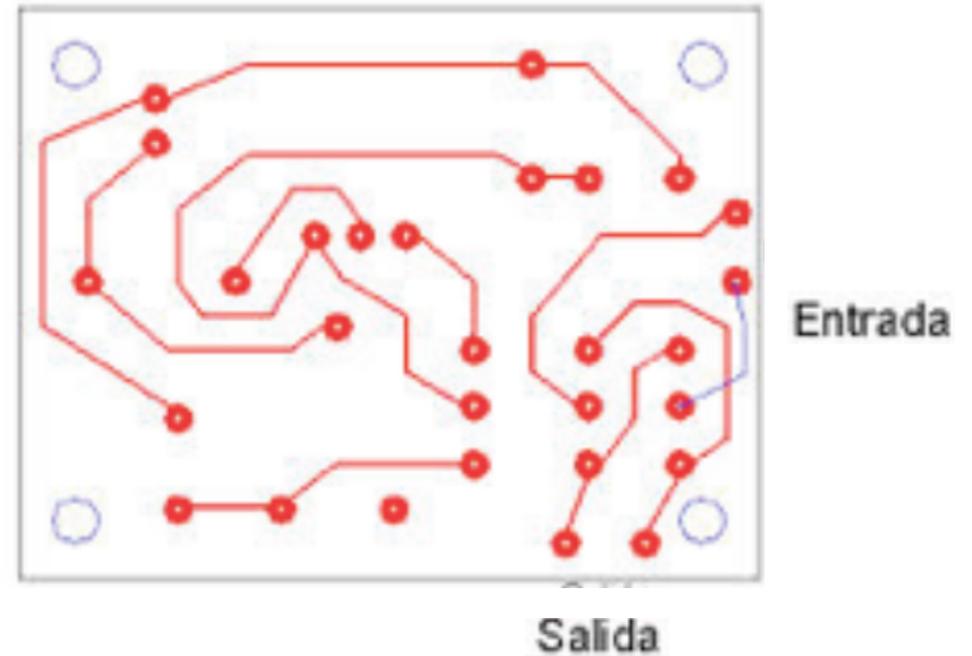
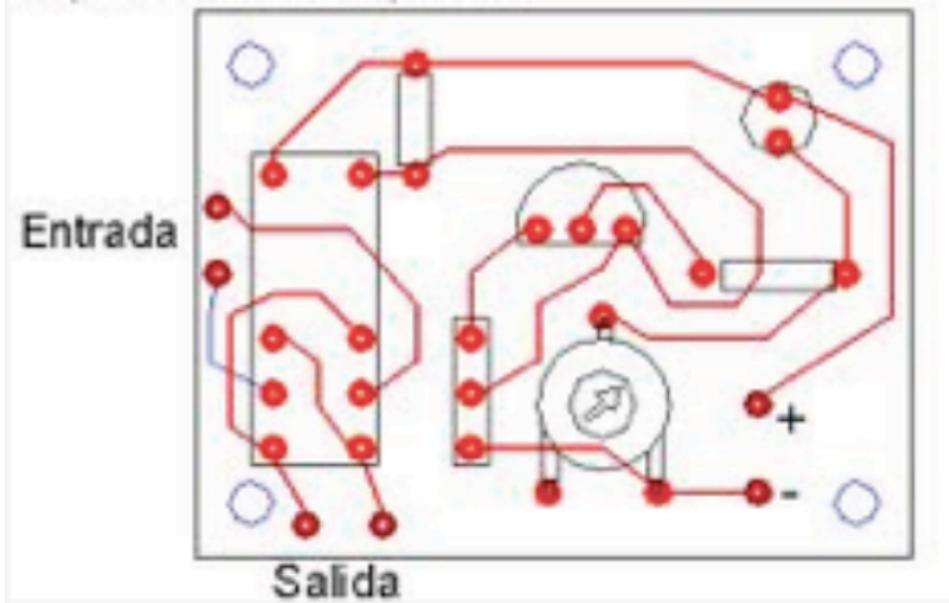
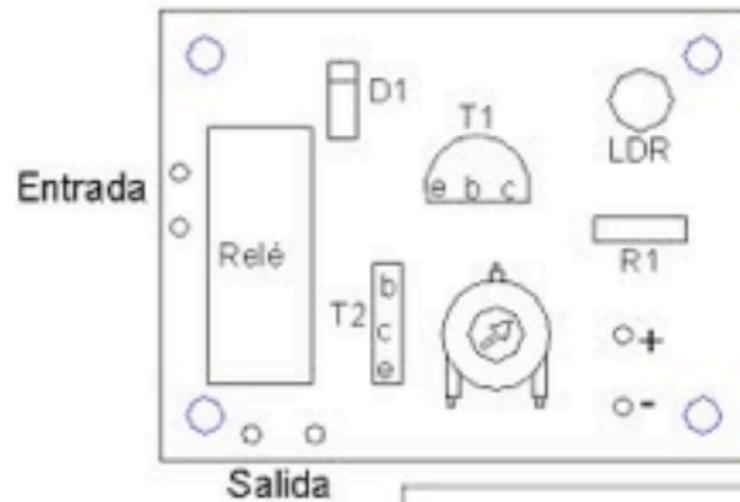
Para elaborar circuitos de mayor precisión, tanto de una como de dos caras, se puede utilizar la técnica del fotolito: Utilizando plantillas o programas de diseño se dibujan las pistas de conexión, suponiendo que se está mirando desde la cara de componentes y luego se pasa a la lámina de cobre el diagrama especular mediante técnicas fotográficas. Los diagramas se pueden hacer a una escala 2:1.



# EJEMPLO DEL FOTOLITO DE UN CIRCUITO IMPRESO DE UNA CARA Y EL CIRCUITO TERMINADO

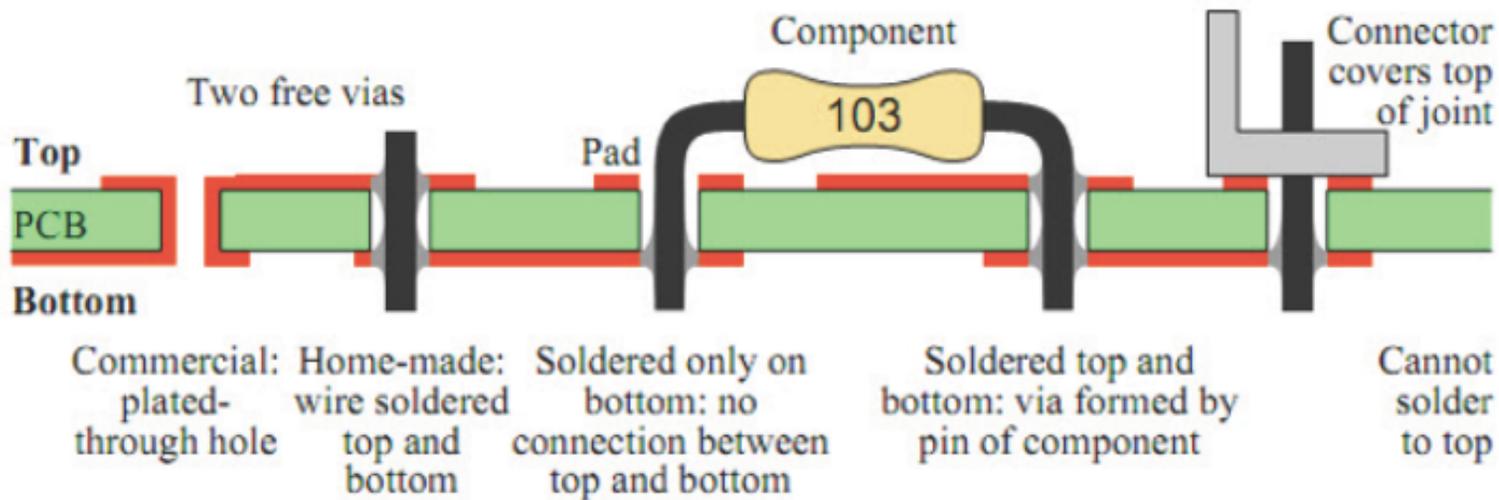


# EJEMPLO DE LOS FOTOLITOS DE UN CIRCUITO IMPRESO DE DOS CARAS

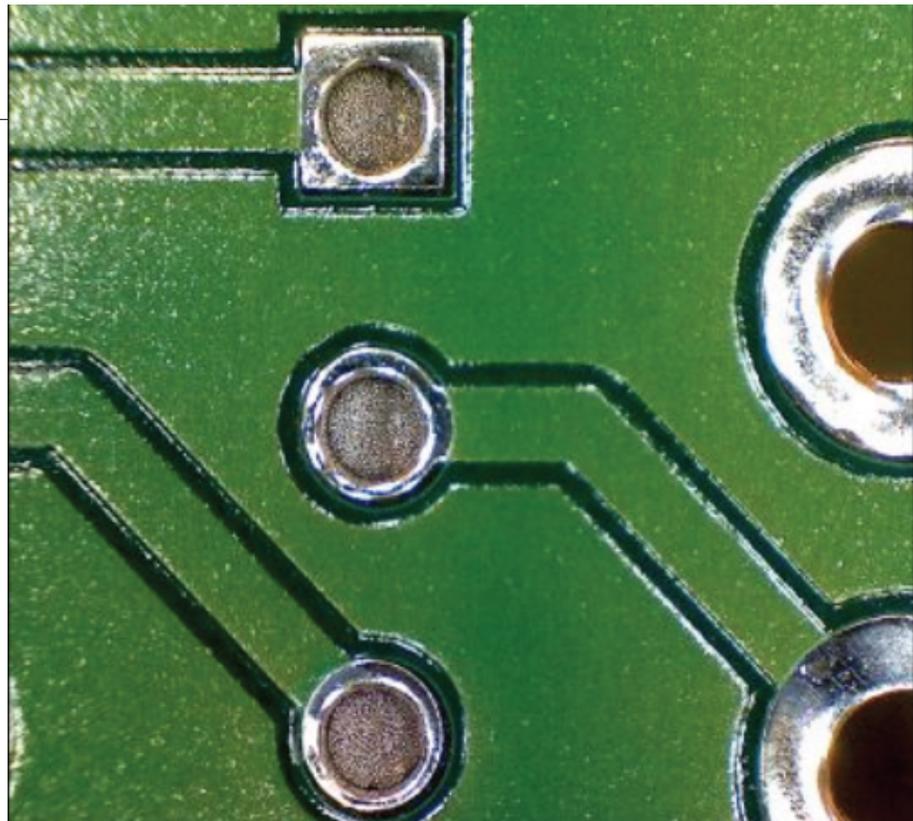


## INTERCONEXIÓN ENTRE LAS PISTAS UBICADAS EN CADA UNA DE LAS DOS CARAS DE UN CIRCUITO IMPRESO

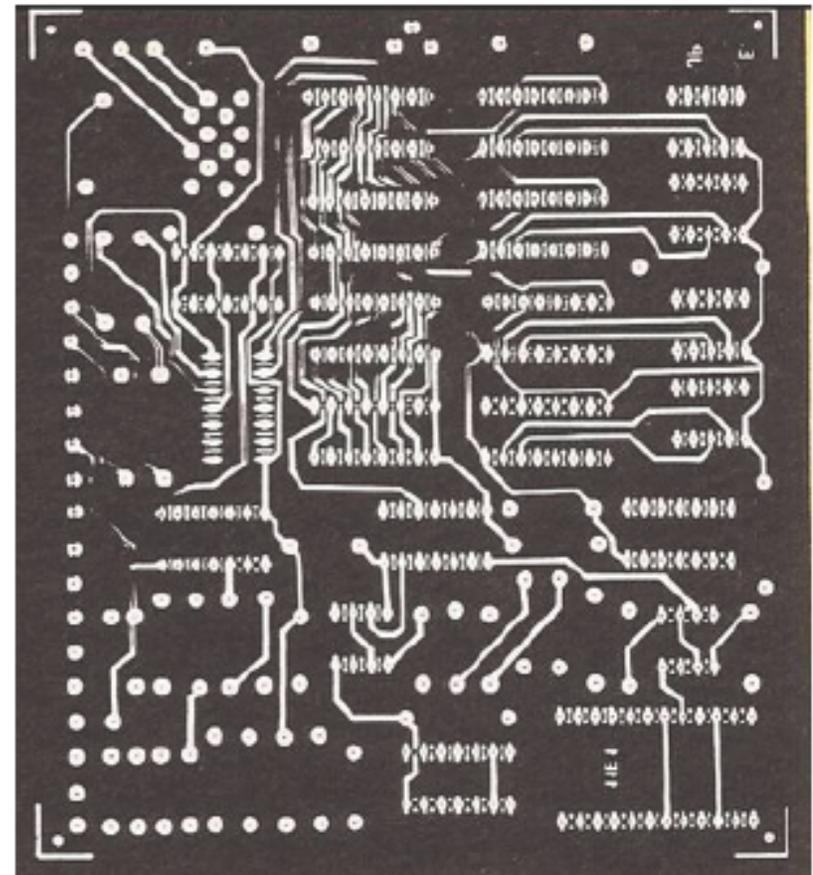
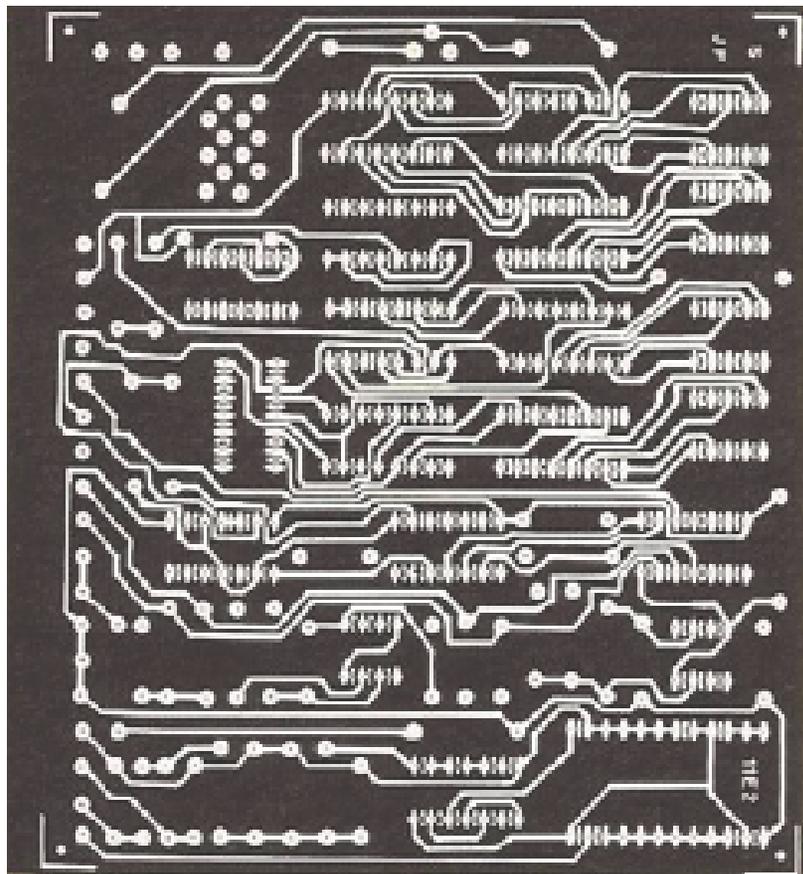
En los circuitos de dos caras, ha que conectar algunas de las pistas de una cara con pistas de la otra cara. Para ello, además de perforar los orificios para introducir los componentes, hay que abrir otros huecos y conseguir que pueda haber circulación de corriente por ellos a fin de establecer las conexiones. Esto se puede hacer incluyendo conectores a través del hueco o utilizando la técnica de huecos metalizados, mediante la cual se efectúa una deposición de material conductor en las paredes del hueco.



# COMPONENTES PARA ESTABLECER CONEXIÓN ENTRE PISTAS DE CARAS DIFERENTES



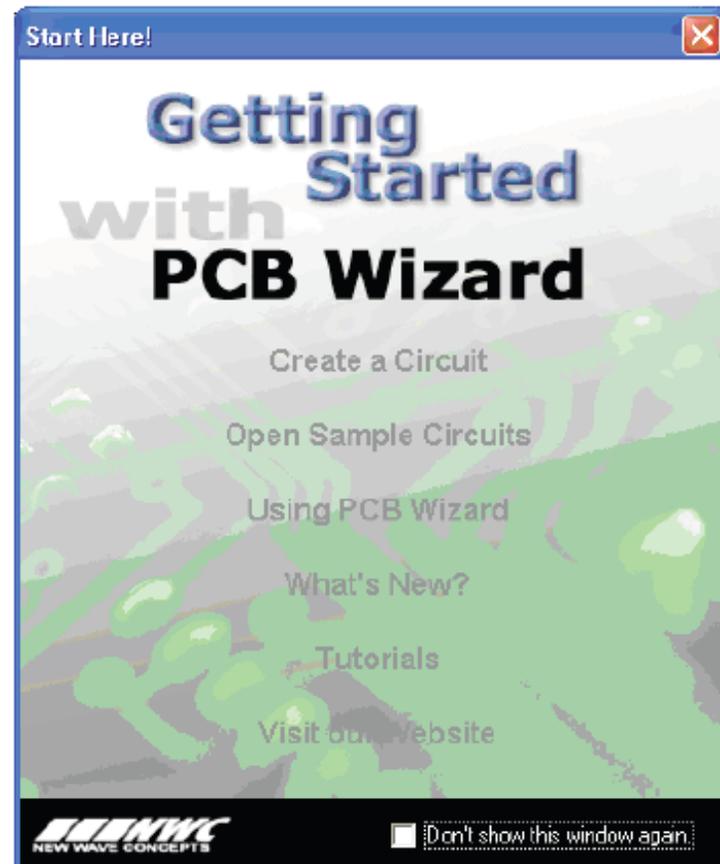
# EJEMPLO DE LOS FOTOLITOS DE UN CIRCUITO IMPRESO DE DOS CARAS UTILIZANDO PROGRAMAS DE DISEÑO



# ELABORACIÓN DE IMPRESOS UTILIZANDO PROGRAMAS EDA

Son programas de Diseño Electrónico Automatizado (en inglés Electronic Design Automation, EDA) que facilitan la elaboración de circuitos impresos.

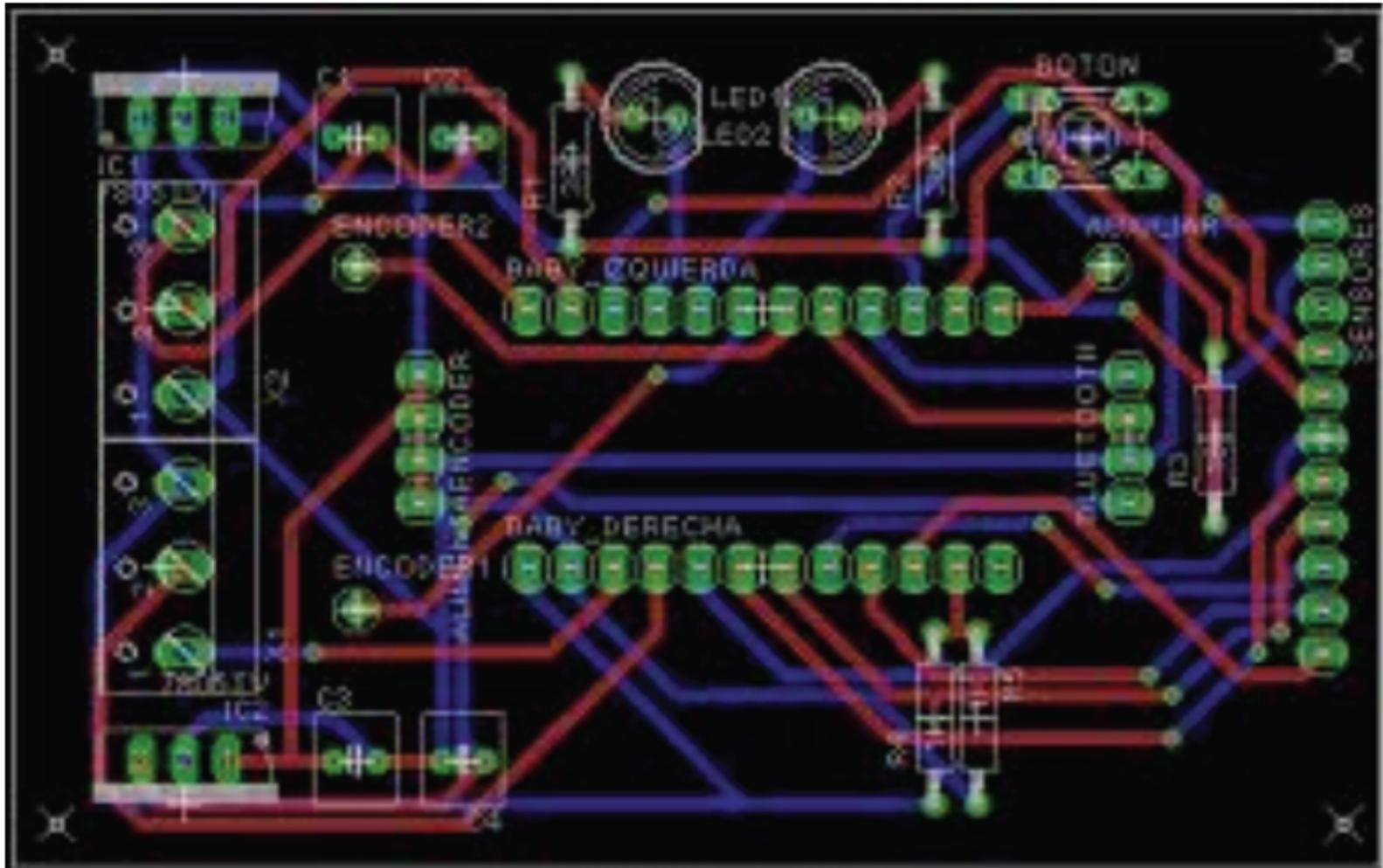
- Express PCB
- OrCAD
- Proteus
- kicad
- Altium
- Livewire
- PCB Wizard
- Eagle



## **PROGRAMAS EDA**

- \* El programa identifica los nodos del circuito mediante la rutina de "captura de esquemáticos" y elabora la lista de nodos (net list).
- \* El programa ubica los componentes, usualmente con interacción del operador, o este trabajo se realiza totalmente en forma manual.
- \* El programa expande la lista de componentes, utilizando plantillas (footprints) asociadas a cada componente, y combina la lista de nodos con la lista de pines.
- \* El programa inicia la fase de enrutamiento, trazando las conexiones entre los diferentes pines, utilizando las capas requeridas (una, dos, multicapa). Usualmente hay que realizar parte de este trabajo en forma manual para optimizar el diseño.
- \* Algunos programas tienen comprobación de reglas de diseño.
- \* La serigrafía para el dibujo de los componentes y la identificación del circuito se elabora como una capa adicional.

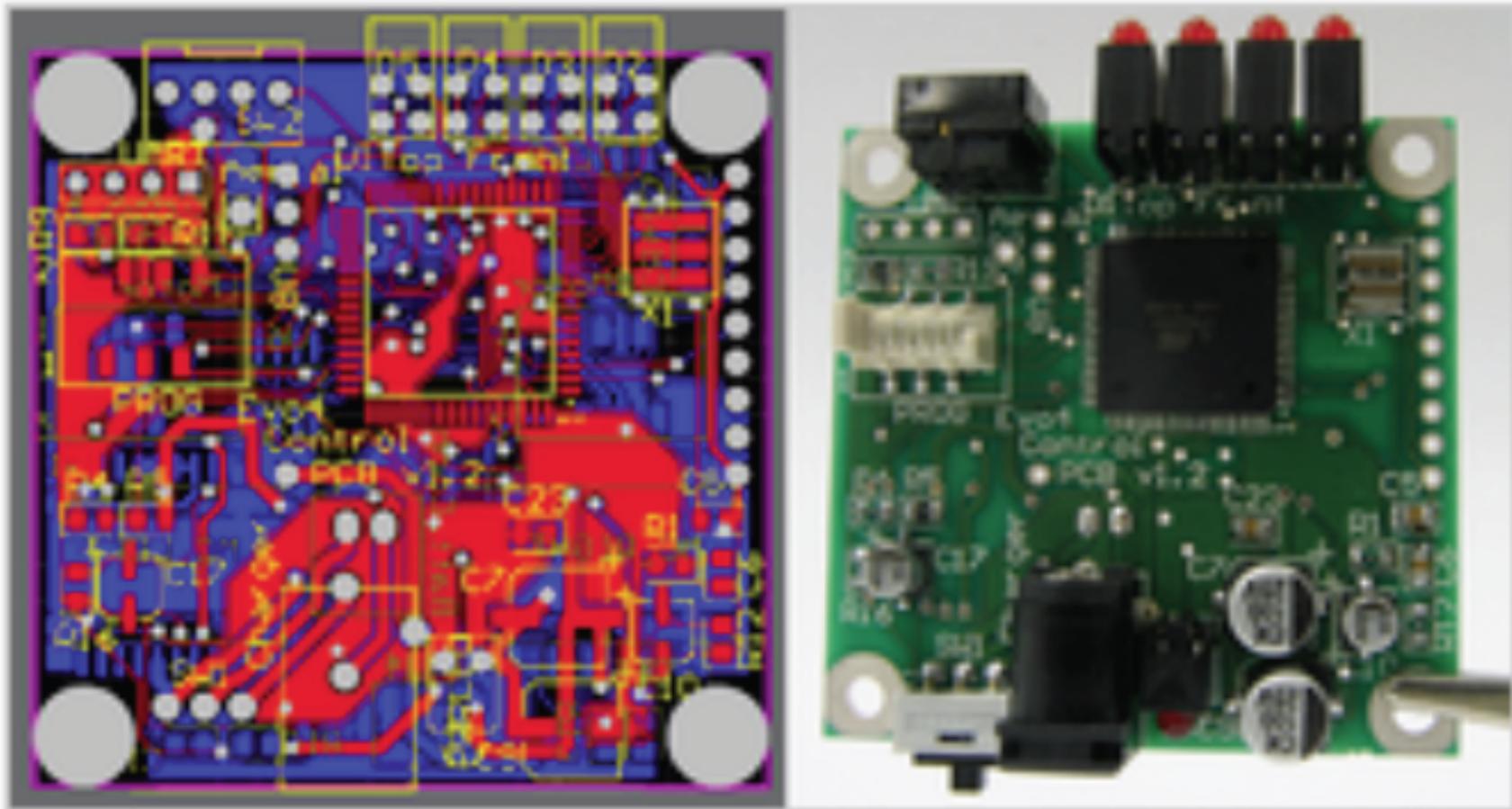
# ESQUEMÁTICO TÍPICO DE UN PROGRAMA EDA



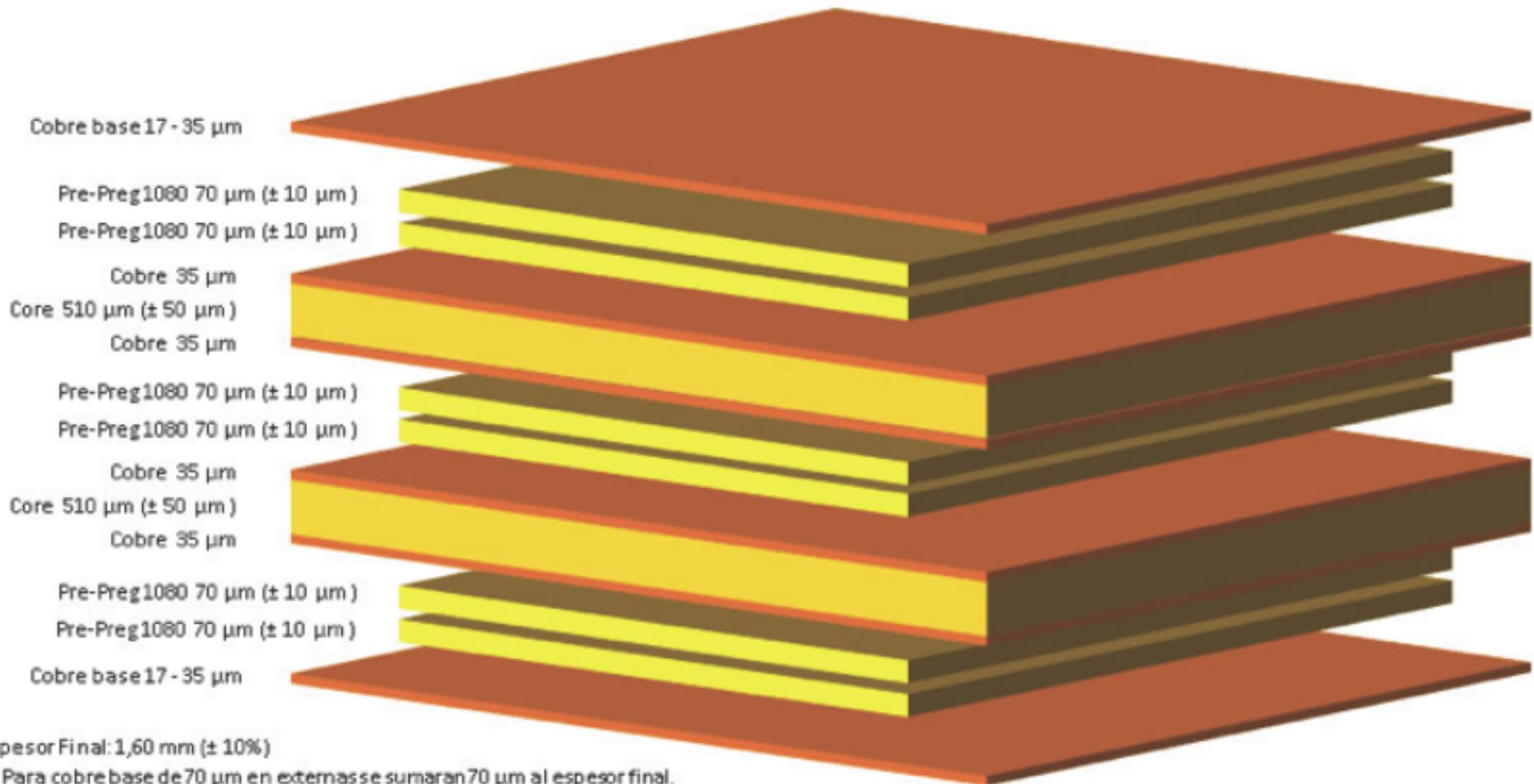
## DETALLE DE LAS VÍAS CON UN PROGRAMA EDA



**IMAGEN DE LA PCB DISEÑADA MEDIANTE UN PROGRAMA EDA  
Y LA PCB MANUFACTURADA Y MONTADA**



# CIRCUITOS MULTICAPA



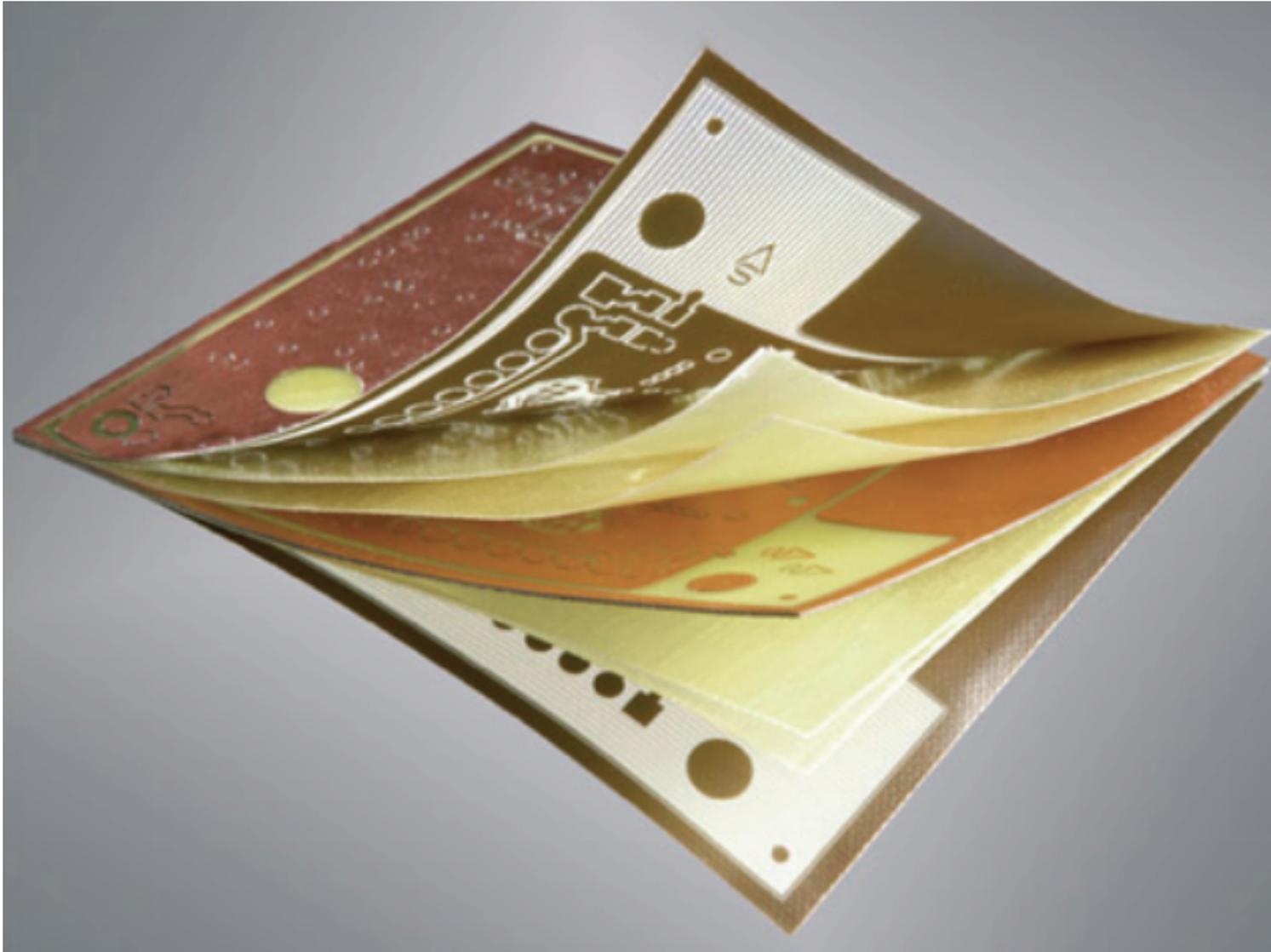
Espesor Final: 1,60 mm ( $\pm 10\%$ )

(\*) Para cobre base de 70  $\mu\text{m}$  en externas se sumaran 70  $\mu\text{m}$  al espesor final.

(\*\*) Para cobre base de 70  $\mu\text{m}$  en internas se sumaran 140  $\mu\text{m}$  al espesor final

(\*\*\*) Para cobre base de 70  $\mu\text{m}$  en todas las caras se sumaran 210  $\mu\text{m}$  al espesor final

## FOTOGRAFÍA DE UN CIRCUITO MULTICAPA



## **BENEFICIOS DE LOS CIRCUITOS MULTICAPA**

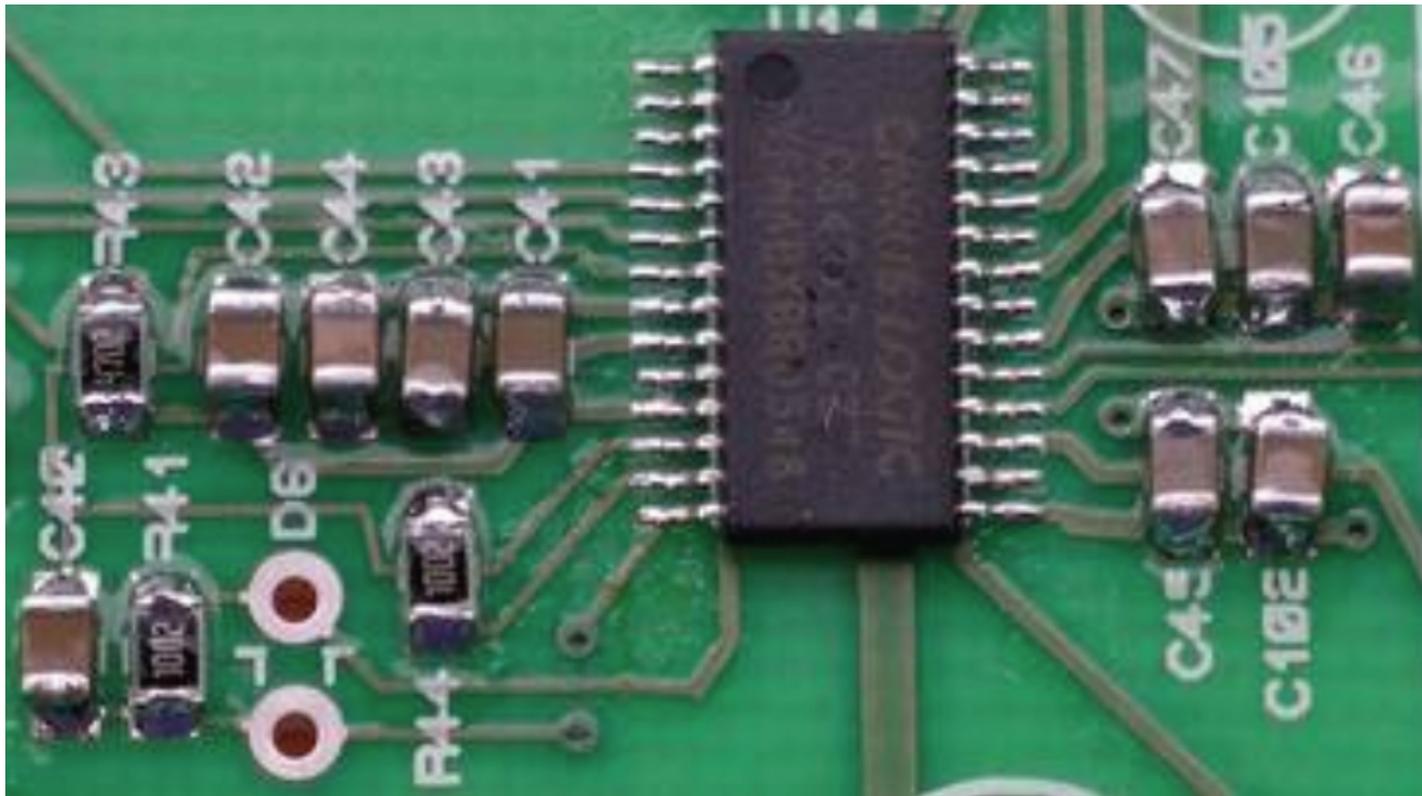
- \* Reducción de la longitud de los conductores
- \* Optimización de la Compatibilidad Electro Magnética (EMC)
- \* Disminución significativa del problema de Emisión Electro Magnética (EME)
- \* Procedimiento de diseño más simple para sistemas complejos
- \* Mejoramiento de la relación costo/prestación
- \* Los circuitos multicapa con baja constante eléctrica y bajas pérdidas son esenciales para los sistemas digitales y analógicos de alta velocidad.

**Los circuitos multicapa más empleados son los de cuatro capas, con las capas externas como caras de conexiones y componentes y las internas como Vcc y tierra.**



## MONTAJE SUPERFICIAL

La tecnología utilizada actualmente para soldar los componentes a los circuitos impresos es la de montaje superficial. Los chips y demás componentes deben tener los terminales apropiados para este tipo de montaje y por lo general tienen un tamaño reducido.



## PROCEDIMIENTO PARA EL MONTAJE SUPERFICIAL

\* Sobre el circuito impreso se aplica la pasta de soldadura, utilizando plantillas de acero o níquel troquelado.

\* La tarjeta pasa a una máquina de control numérico, donde un cabezal de herramientas coloca los componentes, que están empaquetados en rollos o tubos.

\* Los circuitos se trasladan a un horno de soldadura por refusión, donde se produce la fundición de la pasta de soldadura, uniendo los pines de los componentes a los terminales del impreso.



## **VENTAJAS DEL MONTAJE SUPERFICIAL**

- \* Reduce el peso y las dimensiones de los circuitos, los costos de fabricación.
- \* Reduce la cantidad de agujeros necesarios en el montaje.
- \* Permite una mayor automatización del proceso de ensamblado.
- \* Reduce las interferencias electromagnéticas.
- \* Mejora el desempeño ante condiciones de vibración o movimientos mecánicos
- \* Ensamblaje mas preciso.

## **DESVENTAJAS DEL MONTAJE SUPERFICIAL**

- \* El reducido tamaño de los componentes y su alta densidad en el circuito impiden el armado manual de la tarjeta o la realización de modificaciones sobre ella.

# TARJETA MADRE DE UN COMPUTADOR

