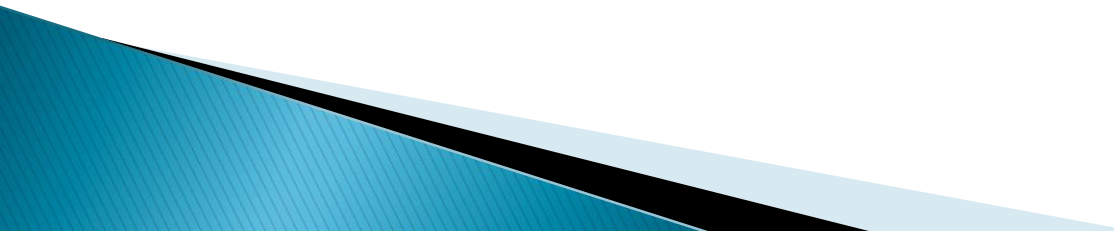


Tecnología Electrónica

Ingeniería en Electrónica

Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Córdoba

PCB – Definición

- ▶ Es el sustrato sobre el que se montarán e interconectarán componentes electrónicos de distintos tamaño y forma.
 - ▶ Cuando se trata de más de dos capas se denominarán stack.
 - ▶ Conocer el proceso de fabricación permite determinar puntos que podrían generar conflictos.
- 


Tipos de PCB

- ▶ Simple Faz
- ▶ Doble Faz
 - Eliseo Brunelli
 - Cacho Sanchez
 - Citem – Ruben Esteban
- ▶ Flexible
- ▶ Multicapa
 - 4 capas (Mayer BsAs)
 - 4 Capas (Eleprint BsAs)
 - 8 Capas (Microensamble)
 - 36 Capas (RayPCB – China)

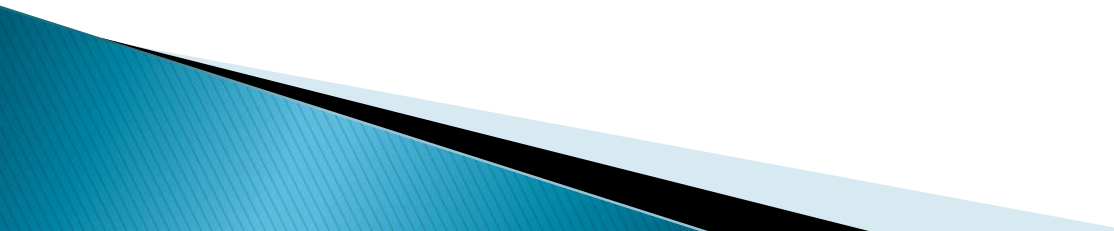
Representan el 10% del costo final de nuestro producto

Con lo cual un mal diseño echa a perder el 90% restante

PCB – FR2

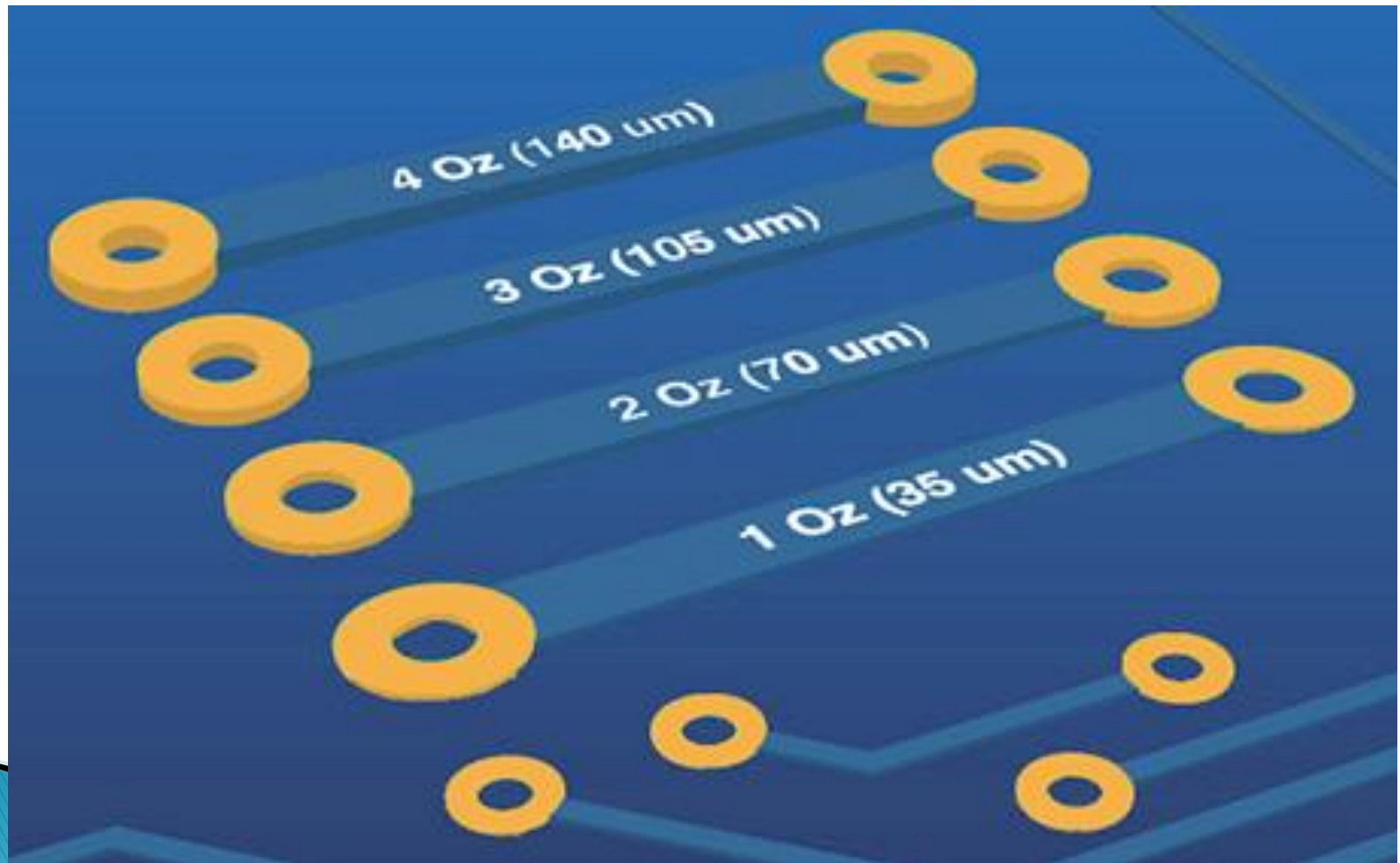
- ▶ Está compuesto básicamente de papel impregnado con resina fenólica retardante de llama. (FR – Flame Retardant).
 - ▶ Si bien no existen reglas específicas, este material se utiliza generalmente en productos de producción masiva dado que presenta una buena relación entre sus propiedades físico/eléctricas y su precio.
 - ▶ A la hora de ser elegido como el material base para un producto, es importante tener en cuenta su grado de absorción de humedad, resistencia de aislación y constante dieléctrica.
- 

PCB – FR4

- ▶ El material FR4 está formado por varias hojas de Prepeg, el cual a su vez está constituido por capas tejidas de fibra de vidrio impregnadas con resina epoxi.
 - ▶ El material de espesor standard (1,6mm) consta de 8 capas de Prepeg y una de cobre de 35 micrones (1 onza/pie cuadrado).
 - ▶ Las capas de Prepeg y el laminado de cobre se prensan bajo presión y temperatura controladas para conformar el material final que se utilizará en los procesos de fabricación.
- 

PCB – Espesor del Cobre

- ▶ Se determina en Onzas el espesor de cobre



PCB – Material Base FR2

PROPERTY	TEST METHODS IEC-249.1	TEST CONDITIONING	UNIT	REQUIRED VALUE	STANDARD VALUE
Surface resistance	2.2	C-96/40/90	MOhm	MINIMUM 1000	60000
Volume resistivity	2.3	C-96/40/90	MOhm x m	MINIMUM 500	4000
Dissipation factor	2.7	C-96/40/90	---	MAX 0.07	0.04
Dielectric constant	2.7	C-96/40/90	---	MAX 5.5	4.6
Bow	3.1	A	mm	d MAX 38	3
Twist	3.3	A	mm	d MAX 20	4
Peel strength	3.6.2	260°C/10s	N/mm	MIN 1.0	1.71
Blistering (Solder Float)	3.7.2	260°C	sec.	MIN 10	35
Dimensional stability	3.11	E-0.5/150	mm/m	2.0	0.6
Flexural strength	4.1	A	N/cm ²	MINIMUM 10000	12500
Flammability UL-94 (Vertical Burning Test)	4.3.4	A E-24/125	---	FV 0 or FV 1 VO	FV 0 94 VO
Water absorption	4.4	E-24/50 + D-24/23	mg	MAX 60	35
Punching processability (Suitable Temperature)	* MTL-0043	---	°C	---	40
Comparative tracking index	IEC-112	---	V	---	250
Shear strength	DIN 7735	---	N/mm ²	---	64
Approvals: Underwriters Laboratories Inc. File nr. E 90646					
Note: Test panel thickness is 1,6 mm/1 oz, single side.					

* MTL - 0043 : Internal test method based on DIN rules

Designation of Conditioning:
Number code:

1st number: Duration of conditioning in hours
2nd number: Conditioning temperature in centigrade
3rd number: Relative humidity

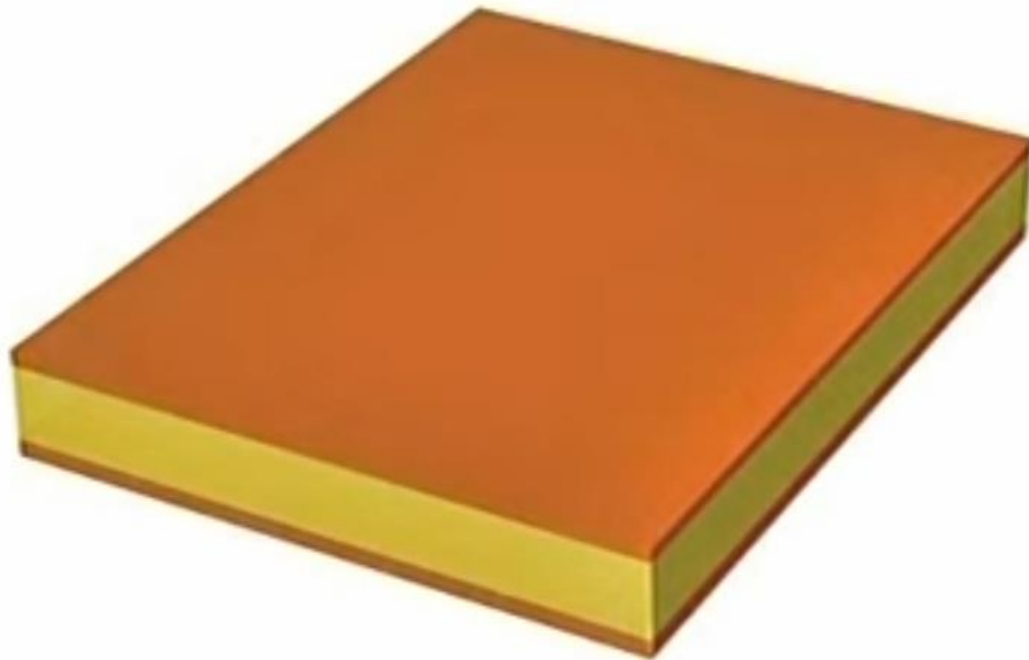
A: As received
C: Humidity conditioning
D: Immersion conditioning in distilled water
E: Temperature conditioning

PCB – Material Base FR4

	TEST METHODS MIL-S 13949	TEST CONDITIONING	UNIT	REQUIRED VALUE	STANDARD VALUE
Bow	3.7.2.1	A	%	MAXIMUM 1.5	0.40
Twist	3.7.2.1	A	%	MAXIMUM 1.5	0.50
Peel strength after solder float	0.5 oz 1 oz 2 oz 3.7.4	288°C/10s	lb/in	> = 6 > = 8 > = 11	8 10 11
Peel strength after elevated temperature	0.5 oz 1 oz 2 oz 3.7.4	E-2/125	lb/in	> = 4 > = 5 > = 6	5.5 7 6
Peel strength after exposure to plating solutions	0.5 oz 1 oz 2 oz 3.7.4	---	lb/in	> = 4.5 > = 7 > = 9	8 10 11
Surface resistivity	3.7.5	C-96/35/90	MOhm	MINIMUM 10 E4	10 E7
Volume resistivity	3.7.5	C-96/35/90	MOhm x cm	MINIMUM 10 E6	10 E8
Water absorption	3.7.7	E-01/105 + D-24/23	%	MAX 0.35	0.15
Dielectric Breakdown parallel to lamination (step by step)	3.7.8	D-48/50 + D-0.5/23	KV	> = 40	> 45
Dissipation factor	3.7.10	D-24/23	---	MAX 0.035	0.02
Dielectric constant	3.7.10	D-24/23	---	MAX 5.4	4.5
Flexural strength	3.7.12	A	lb/in ²	MINIMUM 50000	60000
Arc Resistance	3.7.13	D-48/50 + D-0.5/23	sec	> = 60	80
Flammability UL-94 (Vertical Burning Test)	3.7.14	E-24/125	---	VO	94 VO
Approvals: Underwriters Laboratories Inc. File nr. E 90646 Defense Logistics Agency (MIL-S 13949)					
Note: Test panel thickness is 1,6 mm/1 oz, single side.					

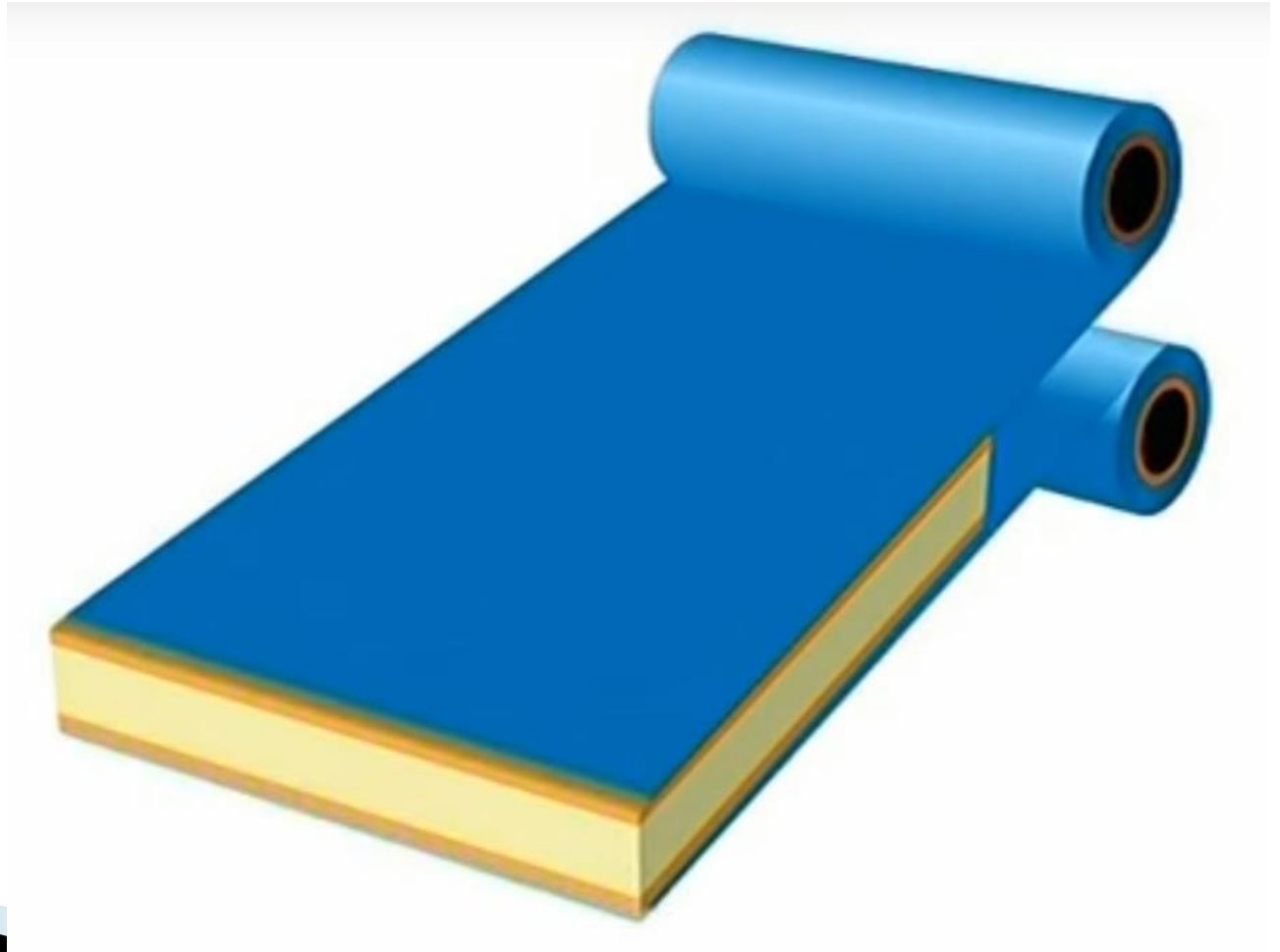
PCB – Proceso de Fabricación

- ▶ Fabricación de 6 Capas – FR4
 - Inicia el proceso con las capas Internas 3 y 4



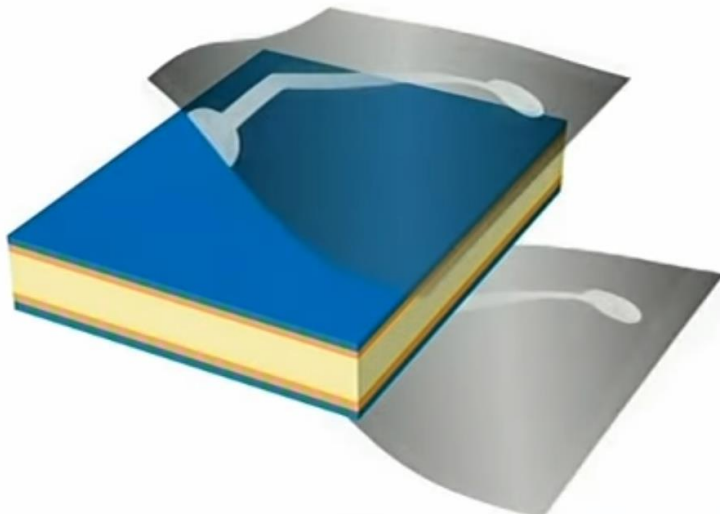
Proceso de Fabricación

- ▶ Se aplica film fotosensible



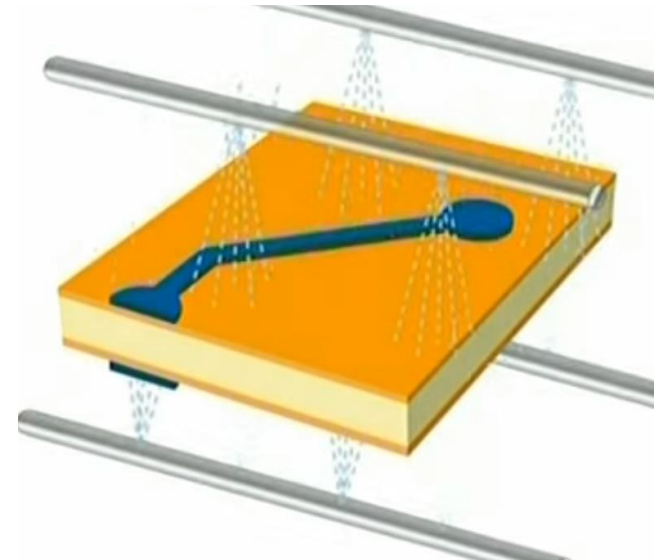
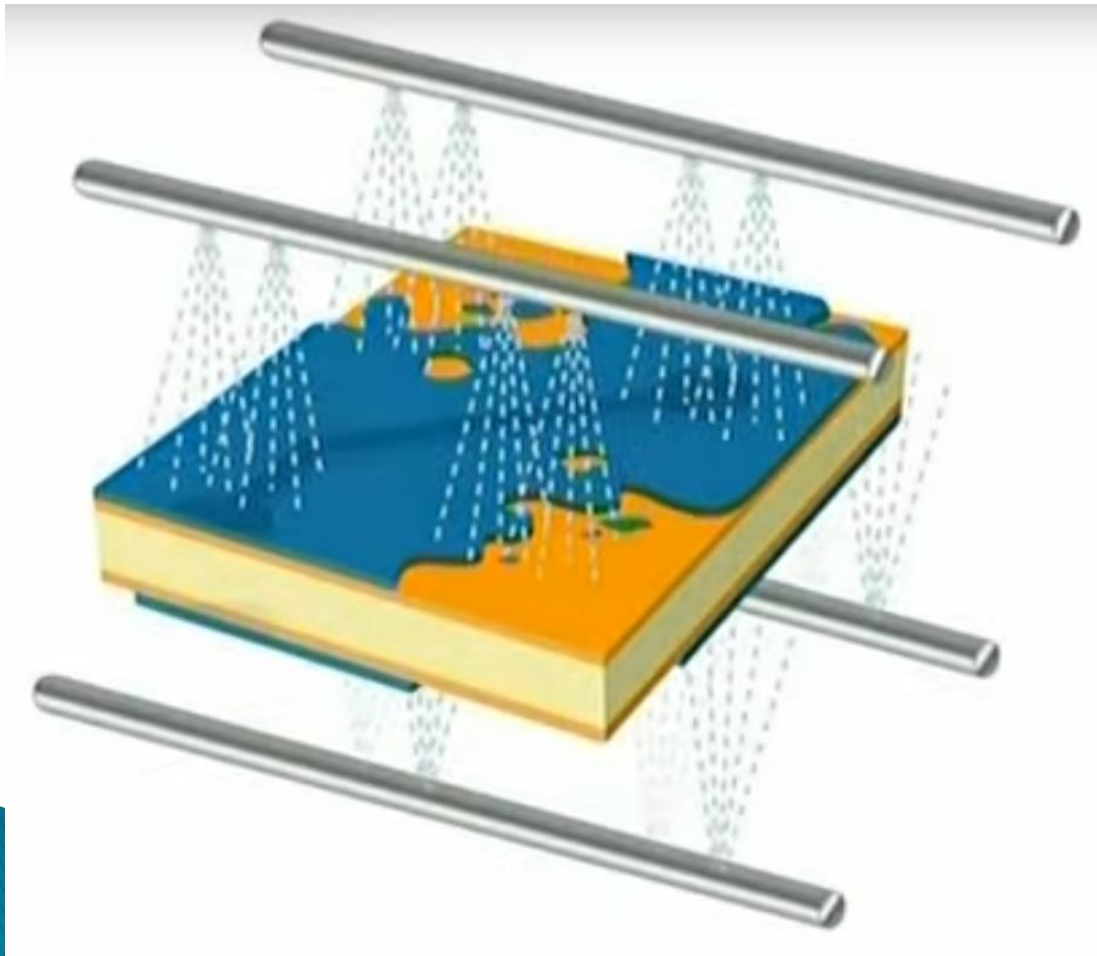
Proceso de Fabricación

- ▶ Se aplica foto exposición



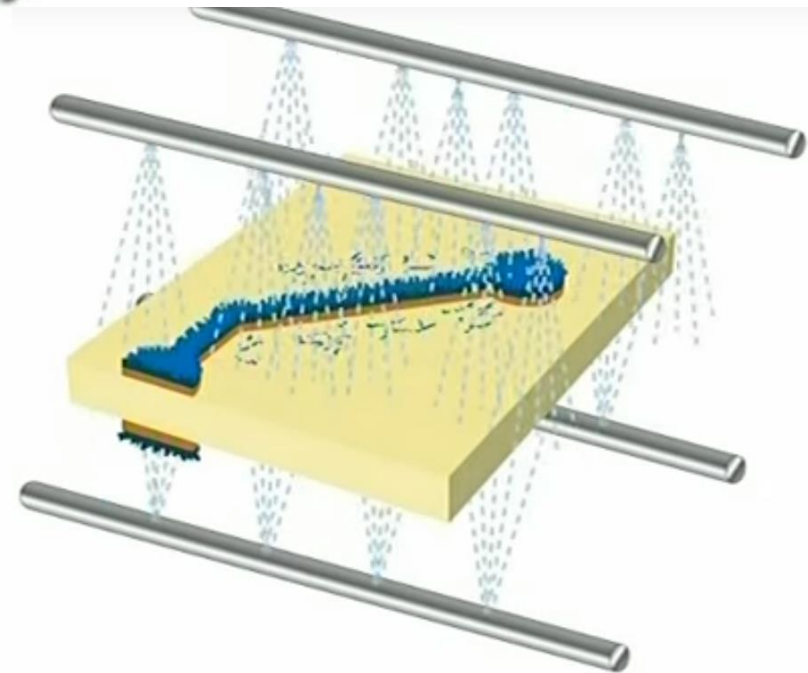
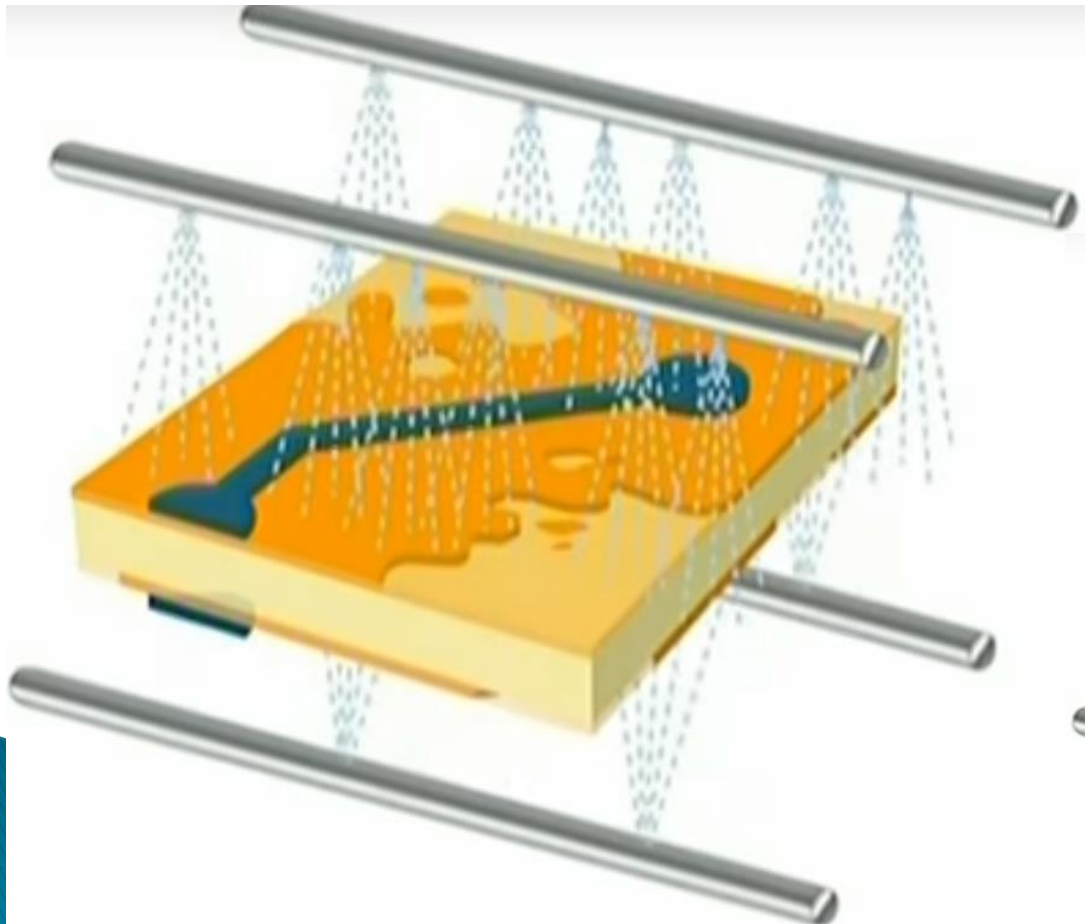
Proceso de Fabricación

- ▶ Se realiza el revelado del film



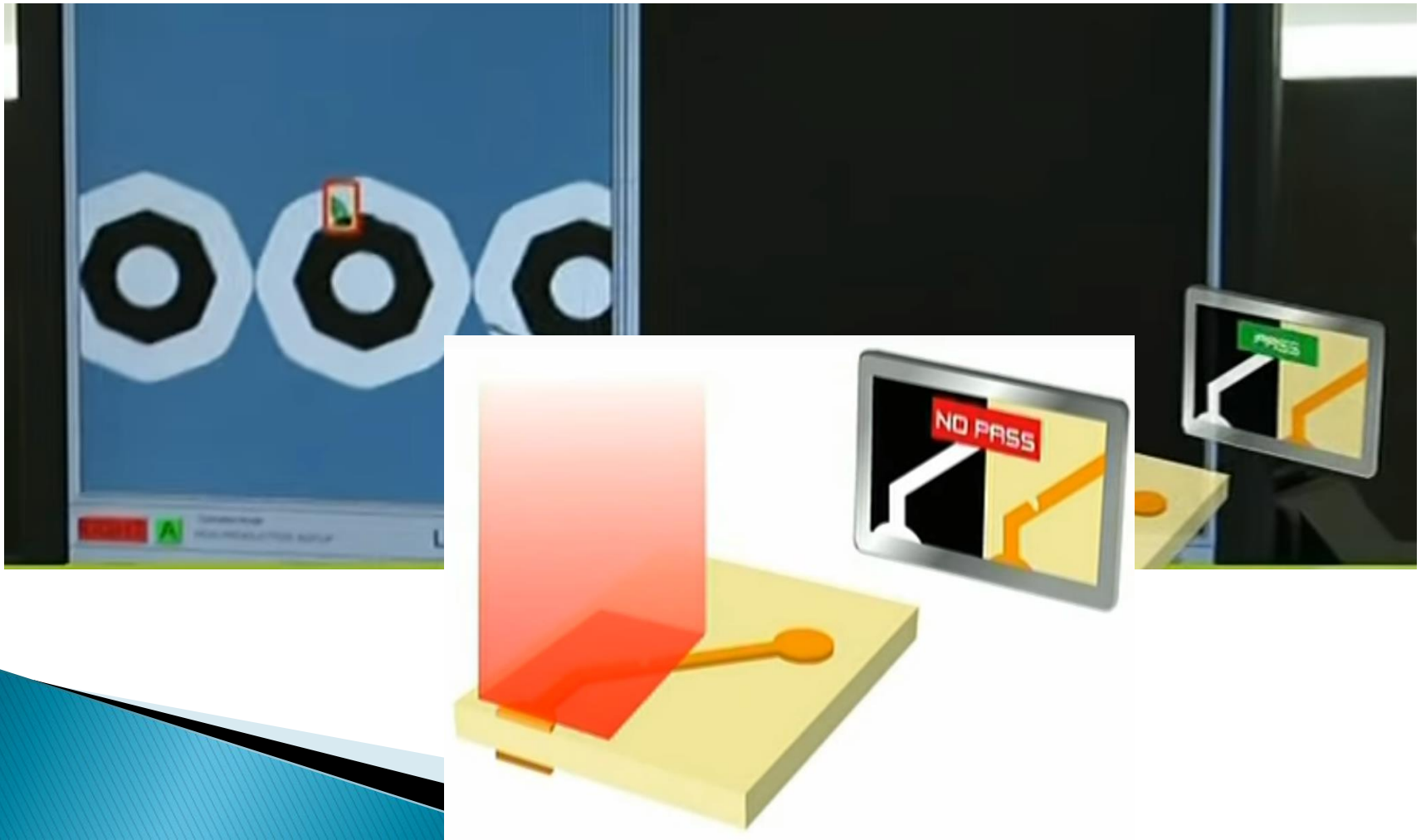
Proceso de Fabricación

- ▶ Se ataca el cobre. Luego se retira el film fotosensible



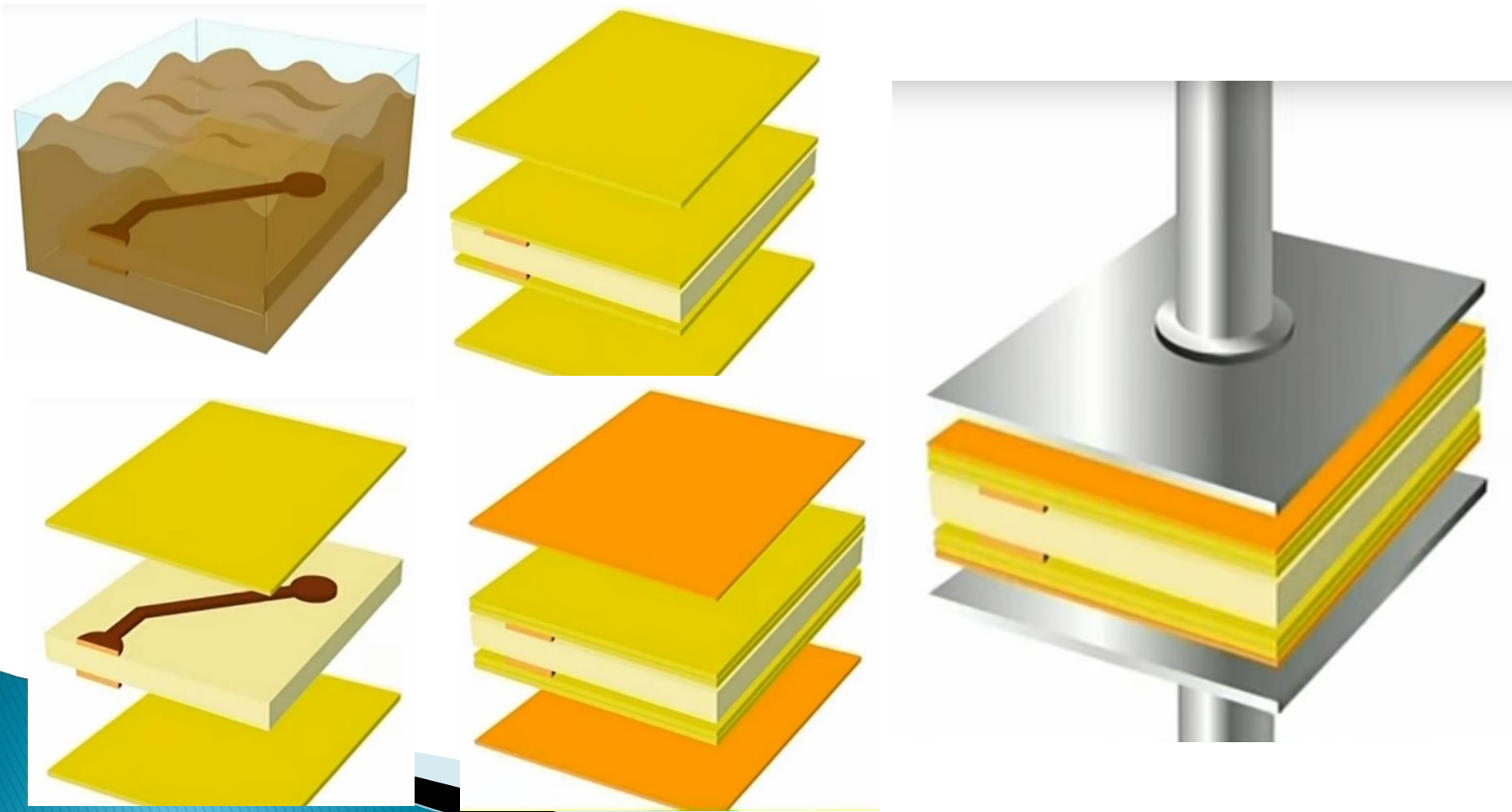
Proceso de Fabricación

- ▶ Test AOI. (Test Óptico Automático)



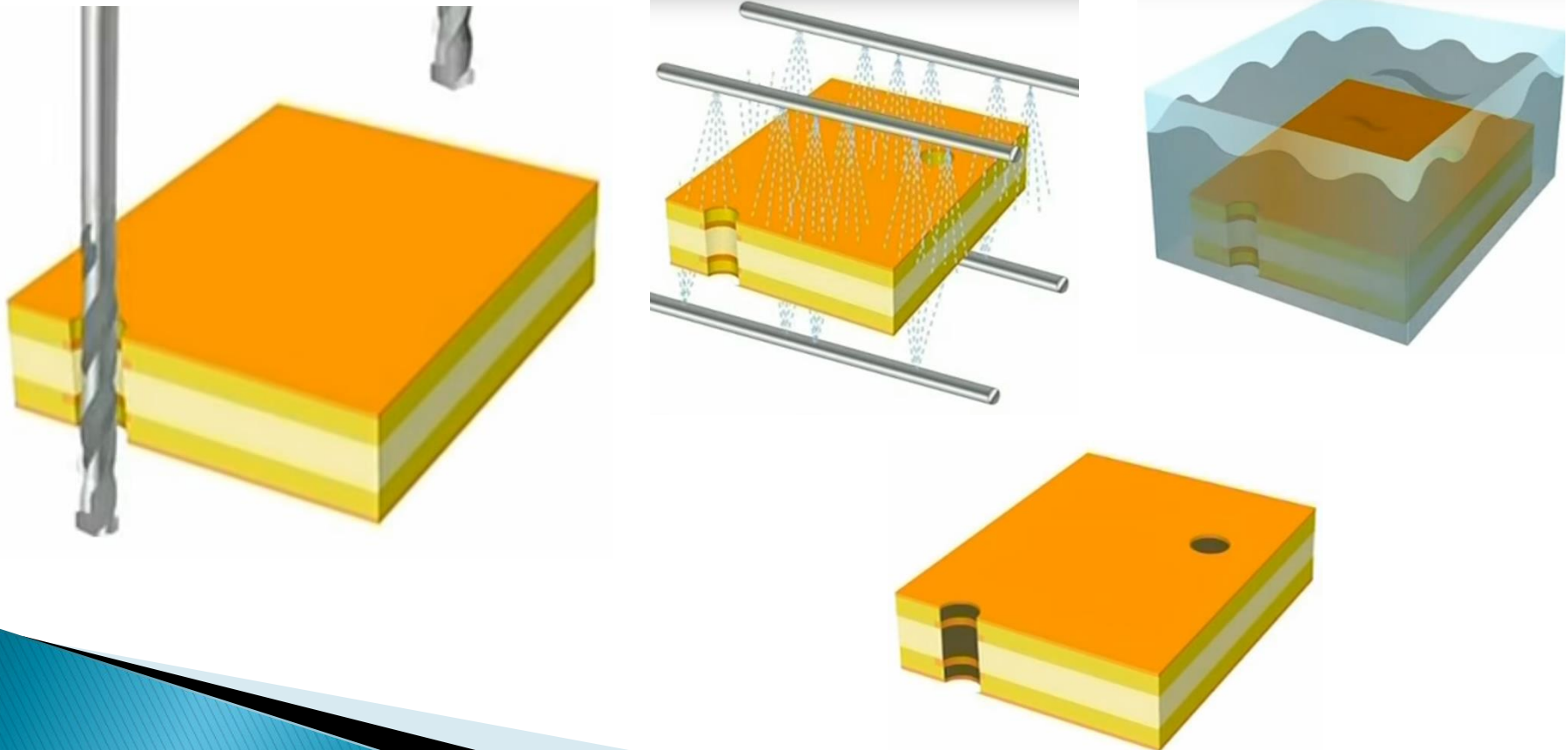
Proceso de Fabricación

- ▶ Stack UP – Capas 2 y 5



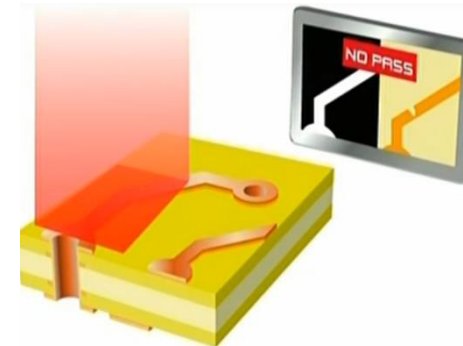
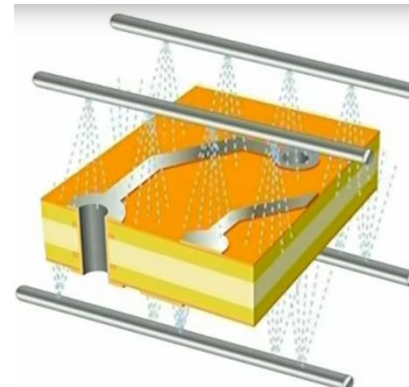
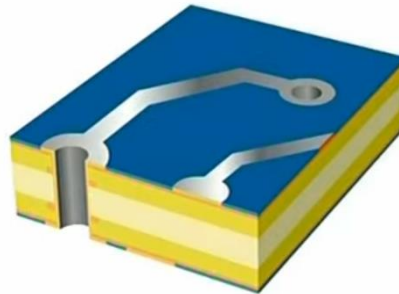
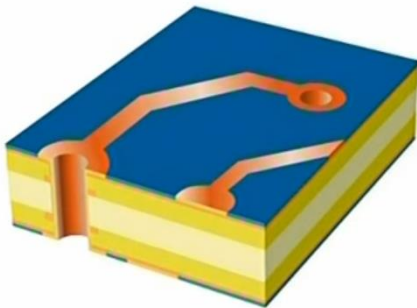
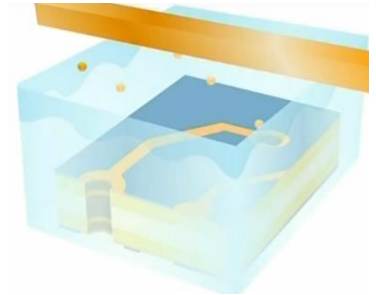
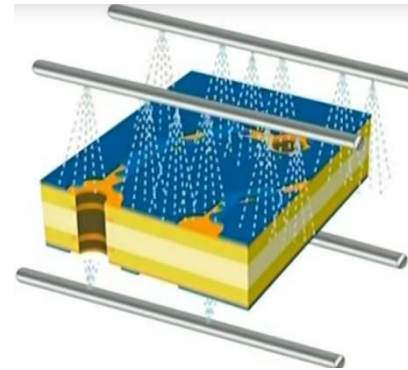
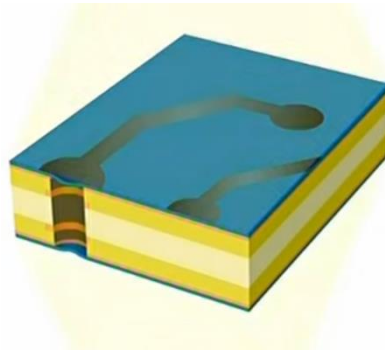
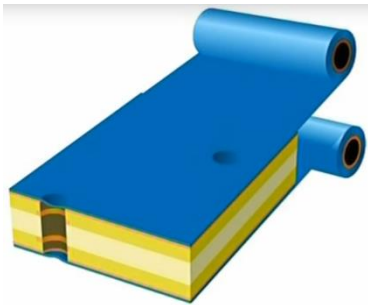
Proceso de Fabricación

► Taladrado y Preparación de holes



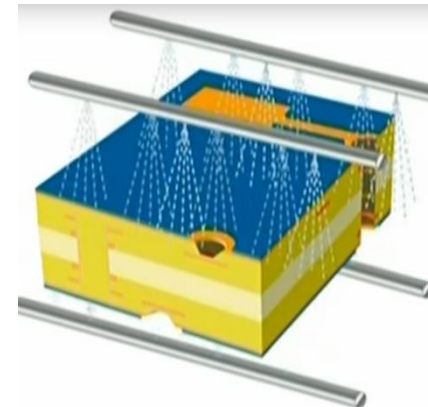
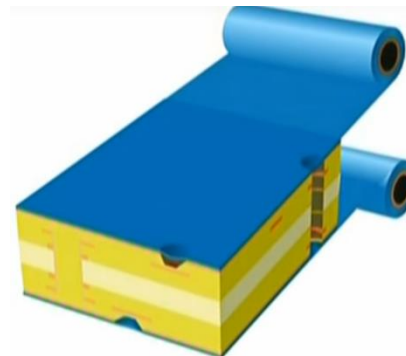
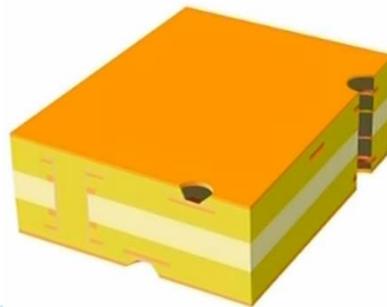
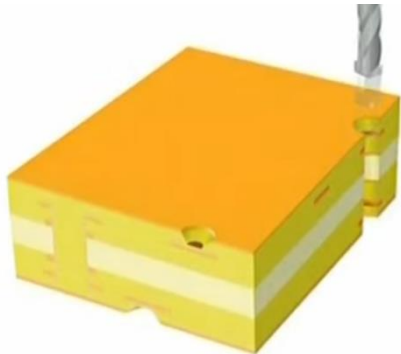
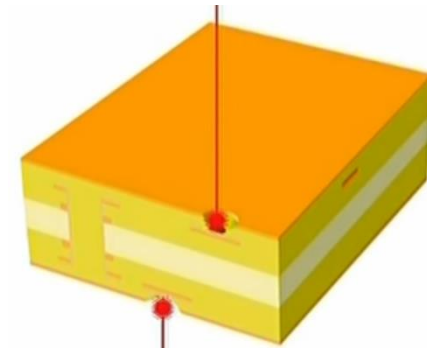
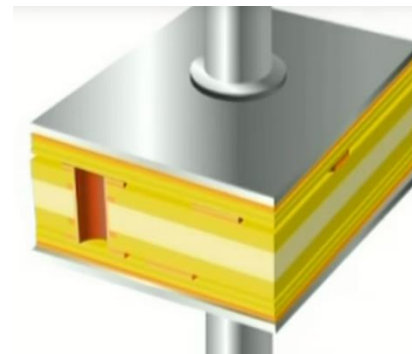
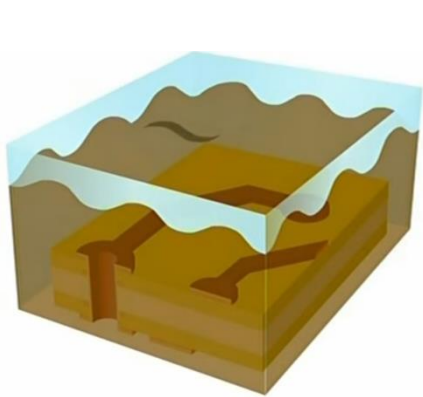
Proceso de Fabricación

- Foto exposición. Metalizado. AOI



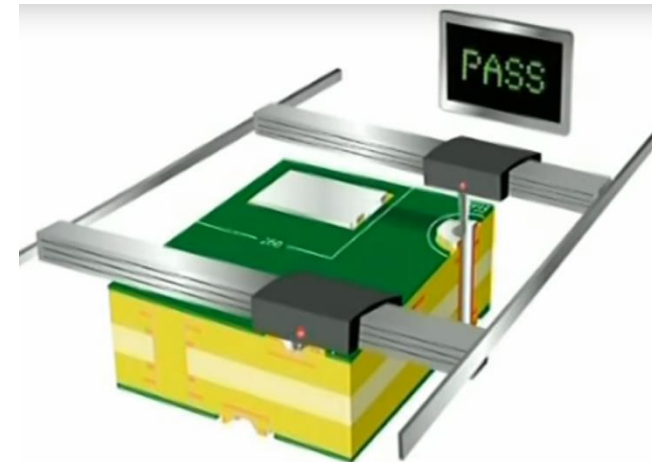
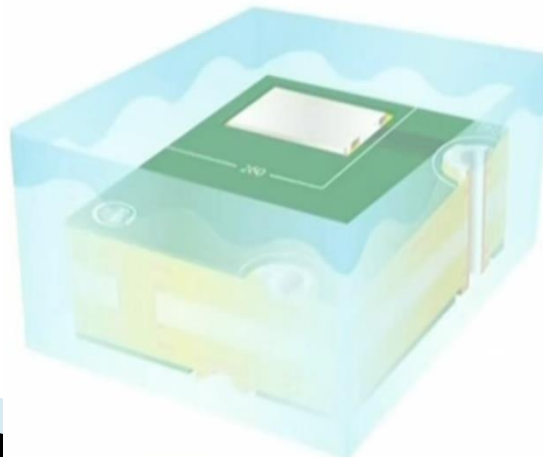
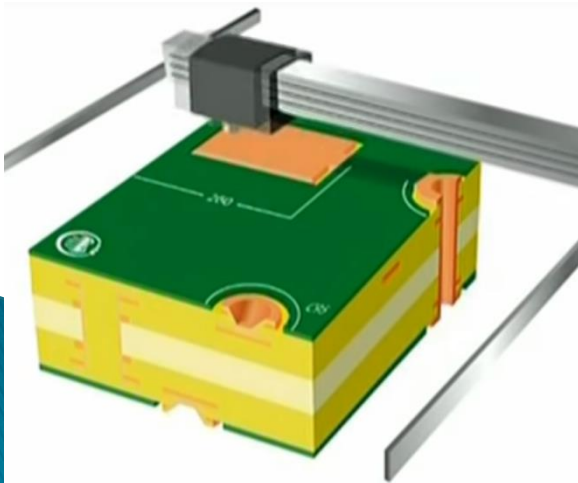
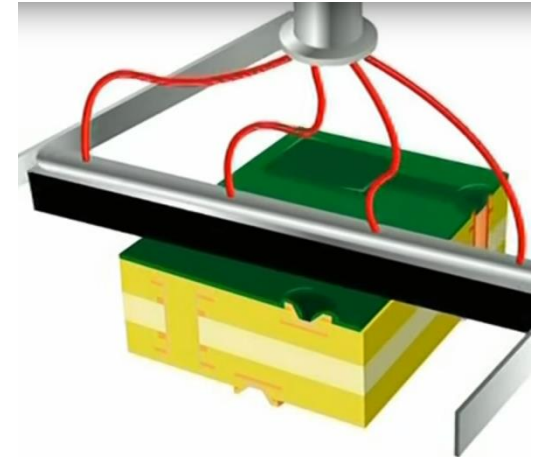
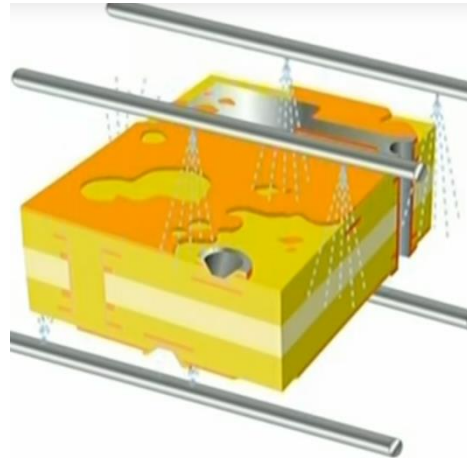
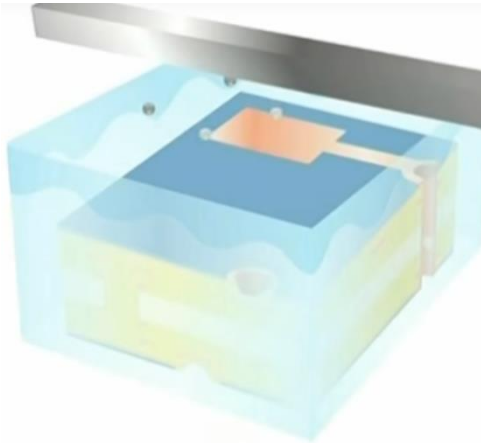
Proceso de Fabricación

► Stack UP Capas 1 y 6

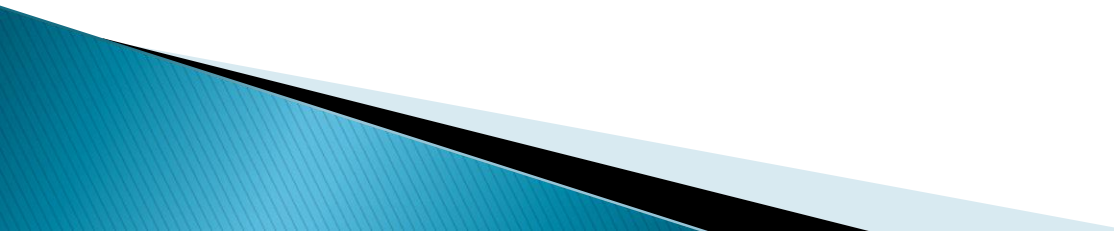


Proceso de Fabricación

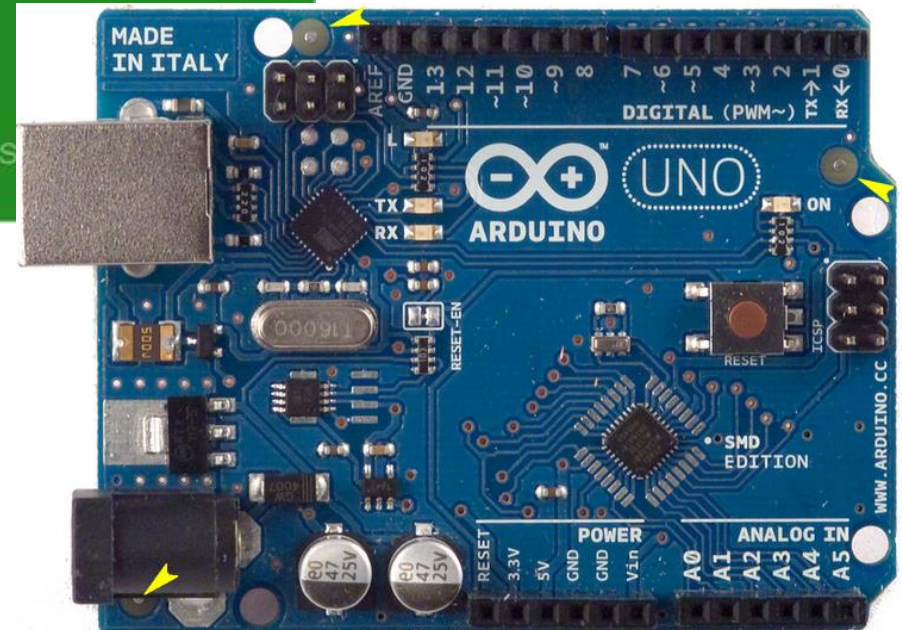
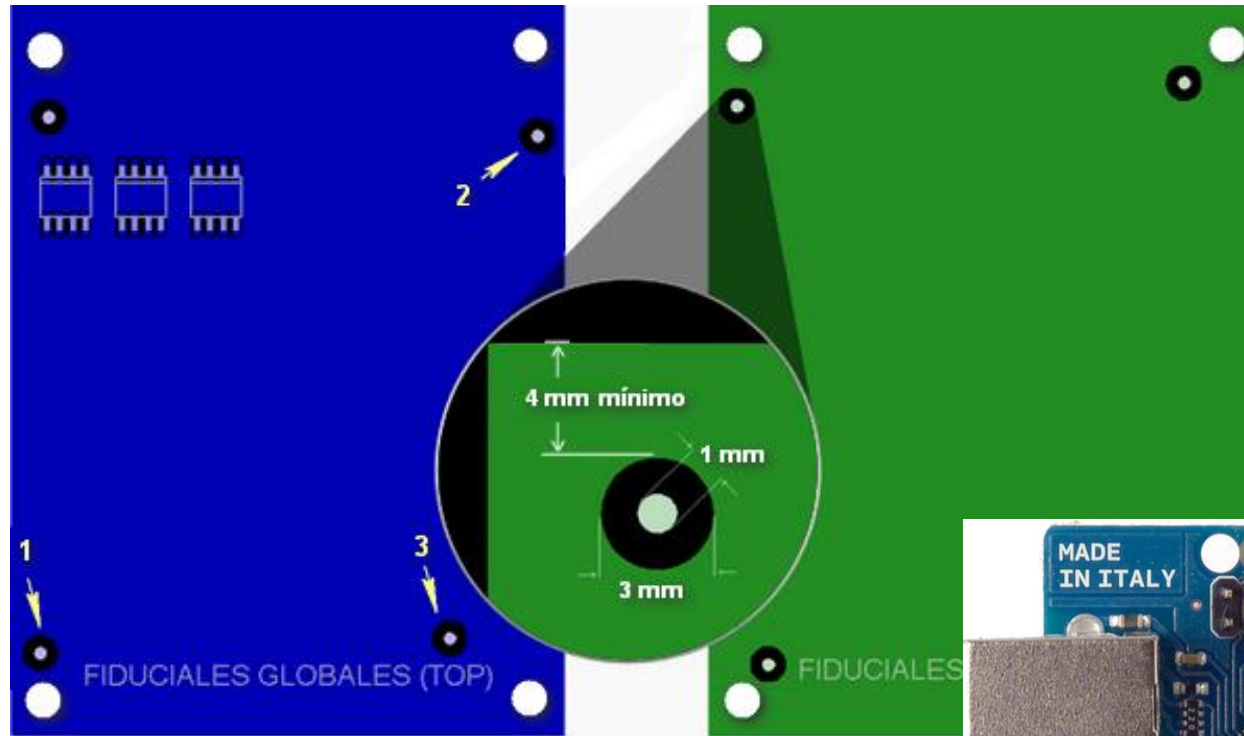
- ▶ Metalizado. Serigrafía Componentes. Test Eléctrico



Proceso de Fabricación

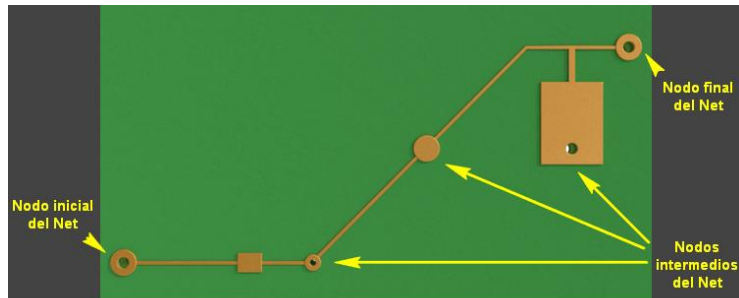
- ▶ Para Realizar Test Eléctrico –
 - Requiere que la placa cuente con los FIDUCIALES.
 - 3 o 4 puntos.
 - ▶ Si están incluidos se puede obtener un test eléctrico sin costo.
 - ▶ Aceptados en la norma IPC2221
 - ▶ Ubicación en Lado Bottom
 - Esquina Inferior Izquierda
- 

Proceso de Fabricación

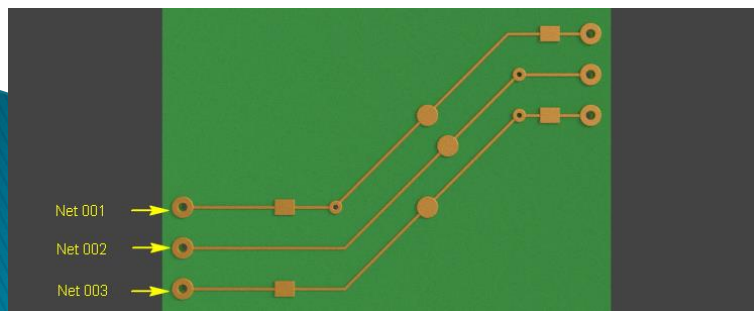
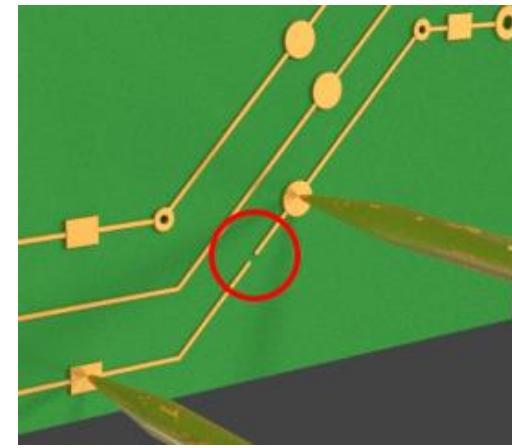
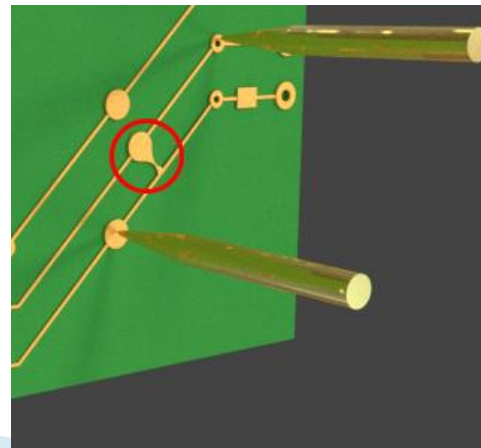
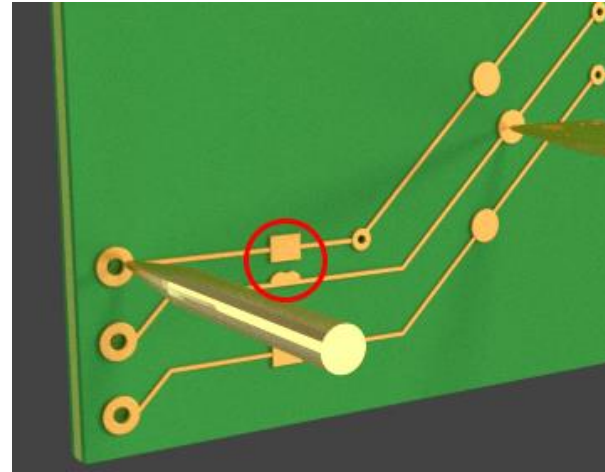
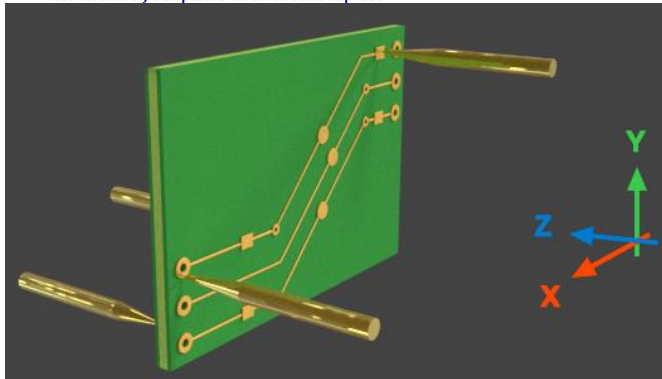


Proceso de Fabricación

► Test Eléctrico

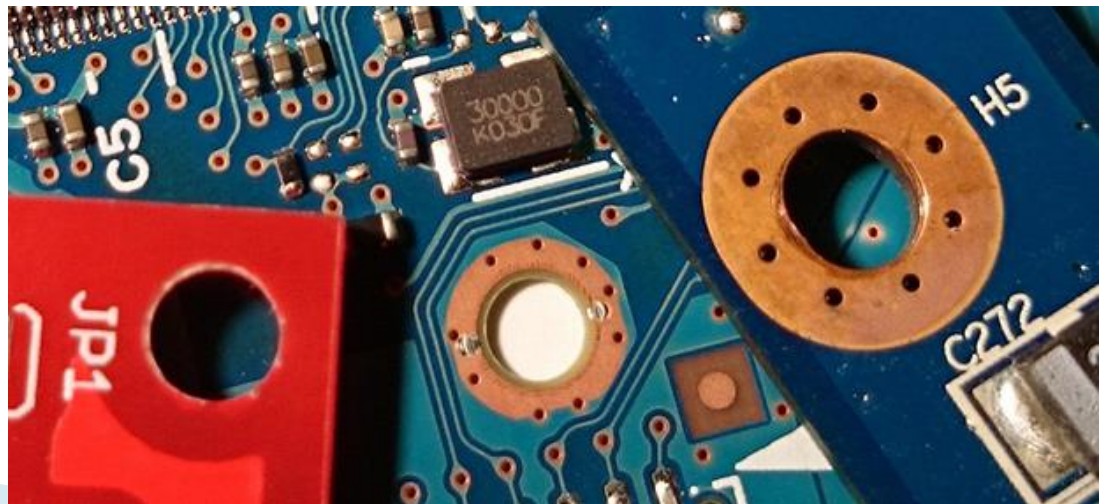


Net eléctrico y sus partes en un circuito impreso



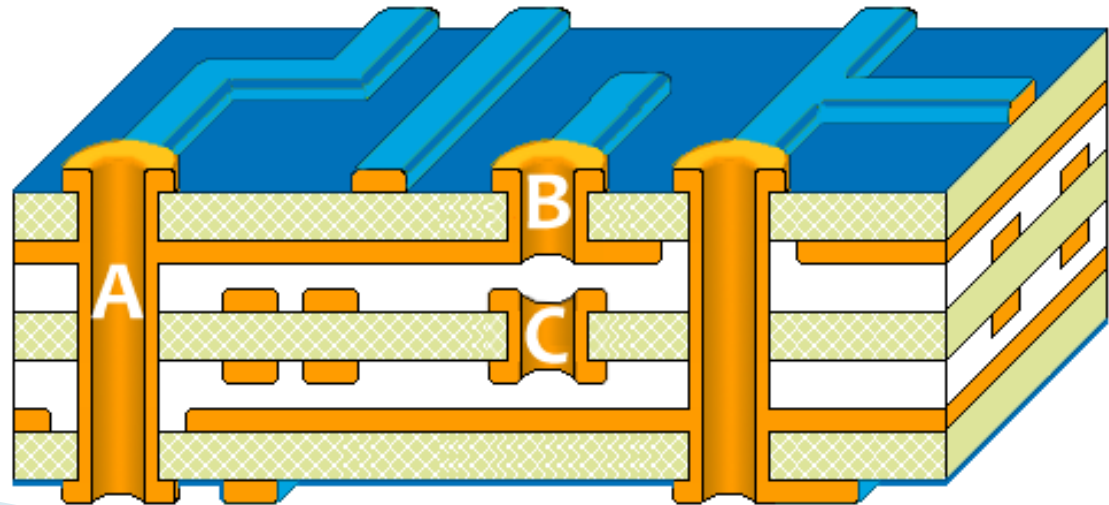
Tips – Mounting Hole

- ▶ Para poder sujetar un PCB al gabinete se emplean tornillos.
- ▶ Una forma correcta seria utilizando un PAD y al metalizar el agujero tendremos una superficie con mayor resistencia mecánica.
 - Se pueden utilizar vías sobre la corona del pad.



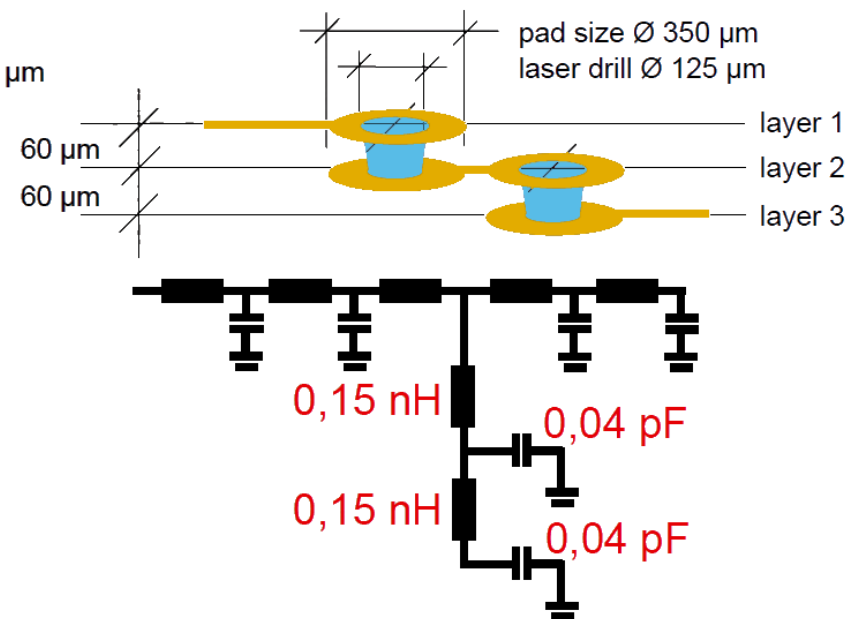
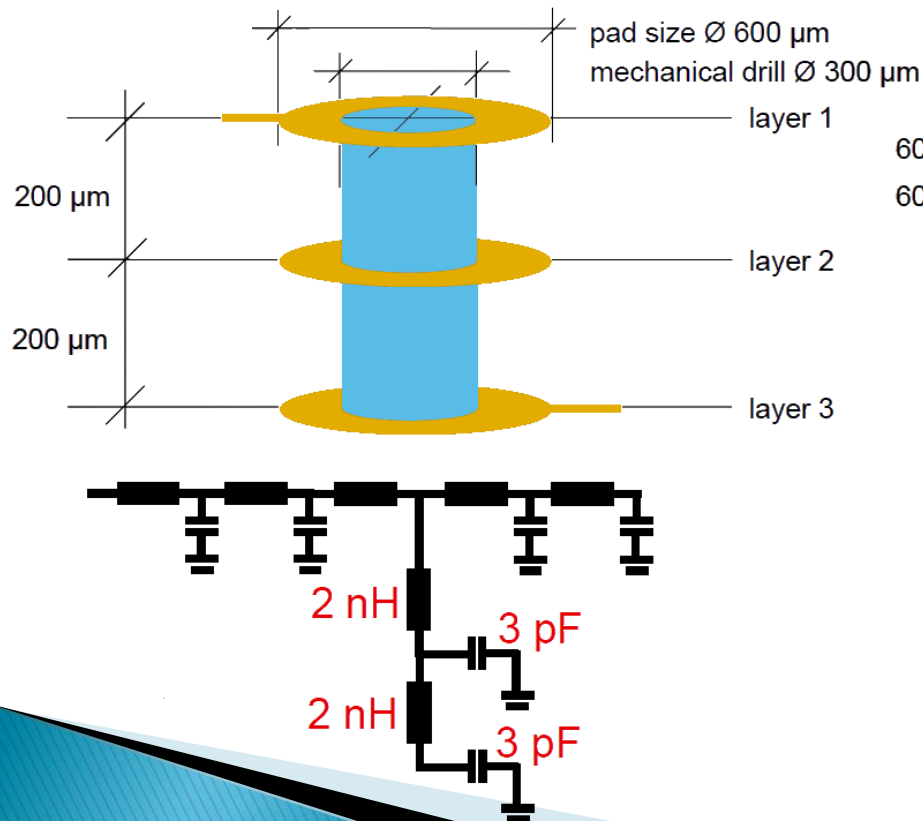
Tips – Tipos de Vías

- ▶ En la imagen se detallan los tipos de vías
 - A – Thru-Hole – Vía pasante
 - B – Blind Vía – Vía ciega.
 - Inicia en Capa Externa y termina en una Interna
 - C – Buried Vía – Vía Enterrada
 - Inicia y termina en capas internas



Vías pasante – versus Microvia

- Se presenta el circuito equivalente de ambas opciones

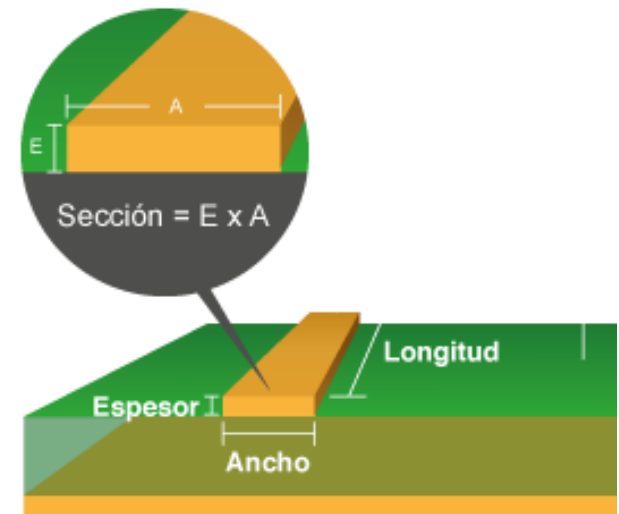


Ancho de Pista Recomendado

► Ver normativa IPC-2221

Espesor Cobre	Corriente [A]	Ancho de Pista mm x A
1 OZ 35um	0 A - 3 A	0,5mm
	3 A - 5 A	0,7 mm
	>5 A	1 mm

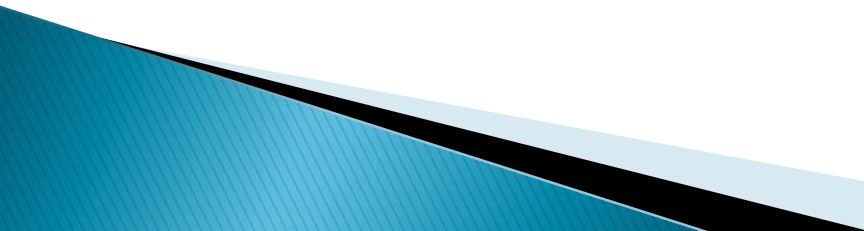
Corriente [A]	Ancho de Pista mm
1 A	0,5mm
2 A	1,0 mm
3 A	2,1 mm
4 A	2,8 mm
5 A	3,5 mm
6 A	6mm



Tips Generales

- ▶ Recordar que las dimensiones de los componentes vienen en pulgadas
 - 100 mils → 100 milésimas de pulgada → 0,1 pulgadas
 - 0,1 pulgadas → 2.54mm
- ▶ Verificar el snap grid antes de comenzar.
 - Grilla de dimensión fija donde encajan los componentes.
 - Recomendado 25 mills.
 - Permite pasar por el medio de dos pads
 - Usar valores múltiplos de 100, 50, 25, 20, 10, 5

Tips Generales

- ▶ Si requiere una grilla mas pequeña.
 - Usar dicha grilla y volver a la anterior.
 - ▶ Siempre se presenta la capa Top cuando se diseña un PCB.
 - ▶ El espesor de las pistas debe ser el mayor posible.
 - Se deben conocer las limitaciones del fabricante.
 - Recordar las recomendaciones de la IPC 2221.
- 

Tips Generales – PADS

- ▶ La dimensión de los pads
 - Depende del componente
 - Diámetro del Pad 1,8 veces mas grande que el diámetro de la perforación.
 - 0,5mm más grande.
 - VALOR importante con las VIAS
 - Permite la alineación Top-Bottom
 - Componentes varios → 60mil de diámetro
 - DIL → Forma ovalada → alto 60mil y 90/100 mil largo
 - PIN 1 debe ser distinto → Rectangular
 - Pads octogonales → Raro Uso.
 - Componentes SMD → Generalmente Ovaladas con el PIN1 Rectangular
 - Las pistas deben terminar en el centro de los PADS.

Tips Generales – VIAS

▶ Vías de Conexión

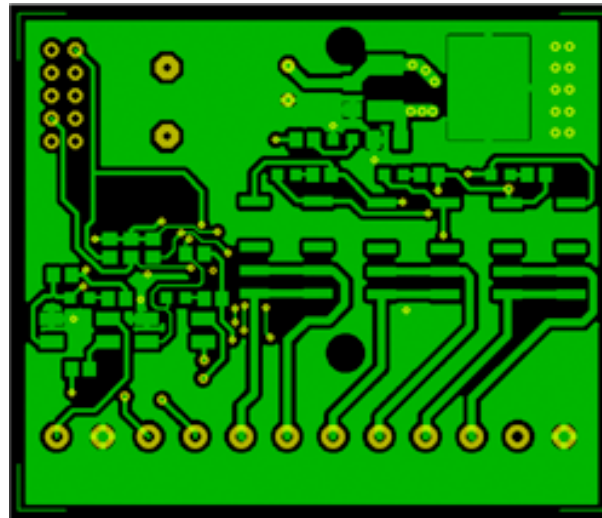
- Permiten unir capas del PCB.
- Se deben considerar las dimensiones mínimas de fabricación.
- No se deben mezclar PADS con VIAS.



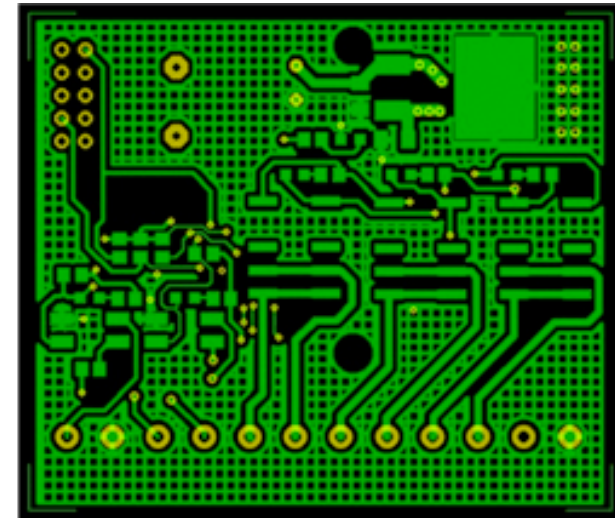
Tips Generales – Polígonos

► Polígonos

- Elementos que permiten rellenar con cobre un área determinada.
- Se utilizan para colocar planos de tierra.
- Se colocan al final del diseño
- Pueden ser sólidos o tipo grilla



Plano sólido
Recomendado



Plano tipo malla
No recomendado

Tips Generales

► Clearance

- Es la distancia que se debe dejar entre pads, pistas, polígonos.
- Verificar las capacidades del fabricante de PCB.
- Un valor típico 15 mil.
- Para 220V debe haber una separación mínima de 315 mil entre pistas.
- Depende de la ubicación de las pistas, internas o externas.
- Depende de la altura con respecto al nivel del mar.



Tips Generales

- ▶ Distribución de Componentes
 - Agrupar en bloques funcionales
 - Rutear las PISTAS criticas primero
 - Se pueden rutear los bloques en forma separada
 - Realizar la interconexión de bloques.
 - Ejecutar el Design Rule Check
 - Es critico hacer este procedimiento
 - Efectuar la revisión del PCB por otra persona.

Tips Generales

► Pasos de Diseño

- Colocar todos los componentes antes de iniciar el ruteo para verificar que entran en la placa final.
- Distribuya los componentes en bloques de operación.
- Separar los bloques en analógicos y digitales, de potencia o señal
 - No se mezclan!!!
- Colocar CI en la misma dirección
- Capacitores polarizados en la misma posición
- Conectores al borde de la placa

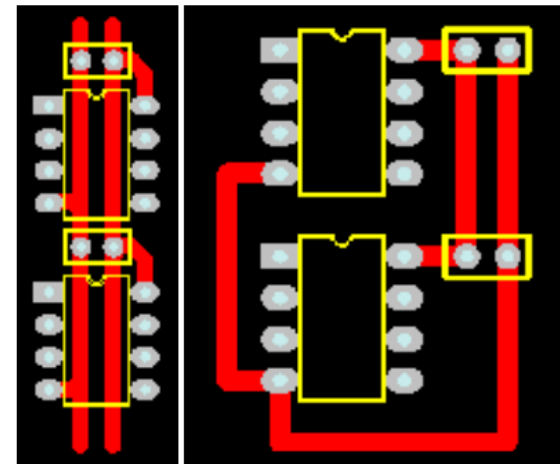
Tips Generales

► Reglas Básicas de Ruteo

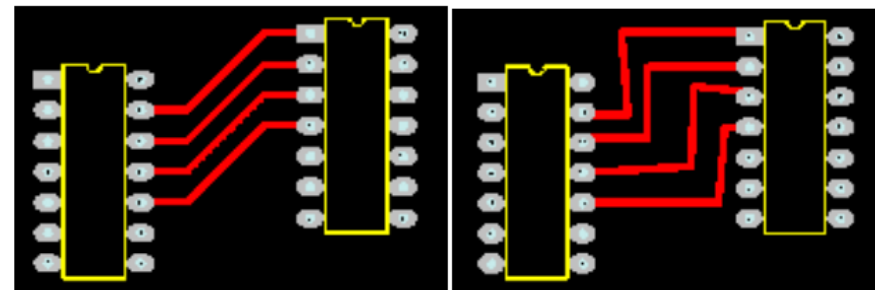
- Tratar de tener pistas cortas.
- Usar ángulos de 45 para las pistas.
- Las pistas deben terminar en el centro del PAD.
 - El software puede interpretar que falta conexión eléctrica.
- Pasar una pista entre dos pads debe ser algo muy NECESARIO.
- Si necesita unir capas con pistas de alta corriente se deben emplear varias vías.
- No dejar zonas de cobre sin conexión (dead copper)

Tips Generales

- Tratar de tener pistas cortas.
- Si se usa doble faz sin agujero metalizado
 - Se pueden usar las pines para interconectar ambos lados.
 - No colocar vías debajo de los componentes.



An example of GOOD power routing (Left) and BAD power routing (Right)



An example of GOOD routing (Left) and BAD routing (Right)

Tips Generales

▶ Verificaciones Adicionales

- En uniones en T tratar de agregar conexión a 45°.
- Verifique que la placa tiene orificios de montaje.
 - Ver la distancia a cualquier componente.

▶ Controlar los diámetros de perforación.

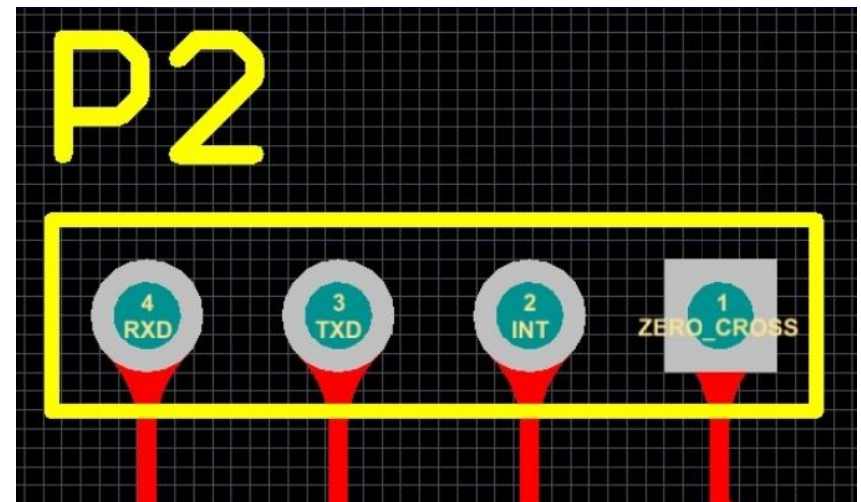
- Tratar de que sean todos iguales. Ajustar footprints
- Menor número de dimensiones distintas producción mas rápida.
- Chequear footprint con dimensiones reales de los componentes.

▶ Chequear la dimensión de la corona.

- Mayor tamaño → Mejor resistencia mecánica del pad.

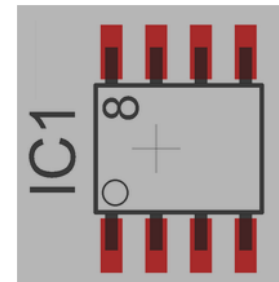
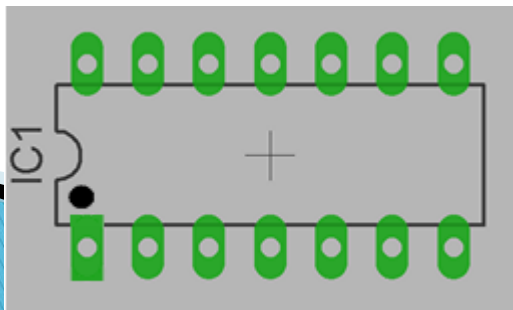
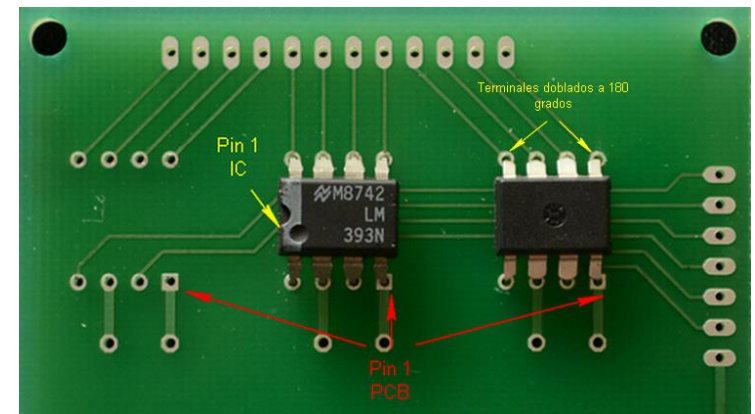
Tips Generales

- ▶ Dimensiones de componentes
 - Verifique aquellos que posean partes metálicas.
- ▶ Si se usan puentes, estandarizar el tamaño.
- ▶ Verificar las cotas máximas de corte.
- ▶ Conocer dimensión para panelizado.
 - Para ahorrar costos.
- ▶ Use pads de tipo teardrops
 - Aumenta la rigidez mecánica.

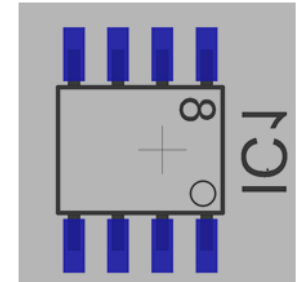


Tips Generales

- ▶ Cuando se trata de PCB de una sola capa.
 - Indicar correctamente dicho punto al fabricante.
 - Poner un TEXTO que este en el lado bottom.
 - Chequear la correcta ubicación de los IC.



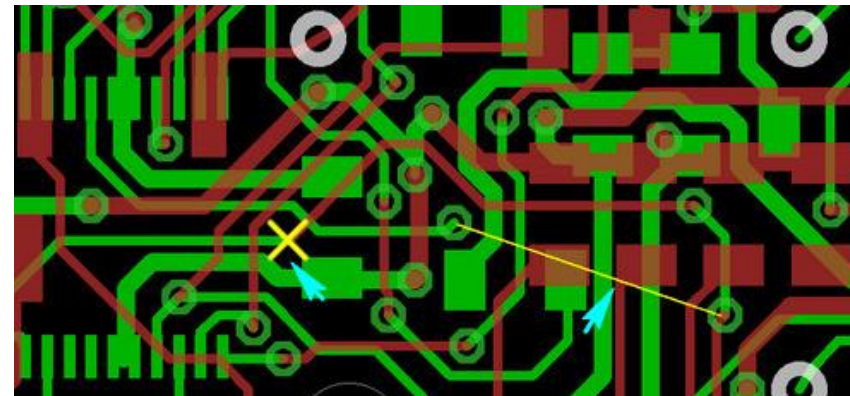
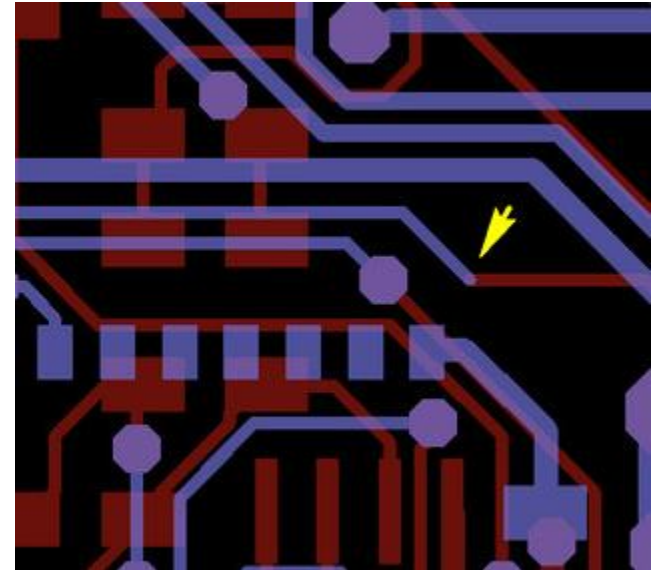
Colocación errónea



Colocación correcta

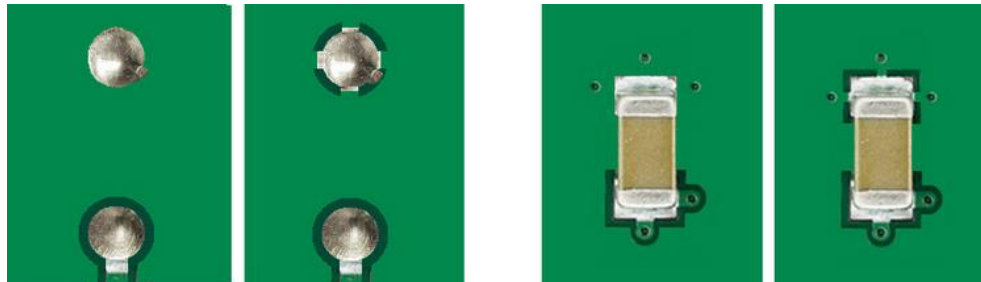
Tips Generales

- ▶ Se recomienda SIEMPRE trabajar en base a un *Esquemático* para realizar el ruteo.
- Correr REGLAS de Diseño → DRC
- Sirven para detectar
 - Pistas cortadas.
 - Pistas en cortocircuito.
 - Componentes duplicados.



Tips Generales

- ▶ Verificar la necesidad de PADS conectados directamente a planos metálicos.
 - Al soldar se pierde calor

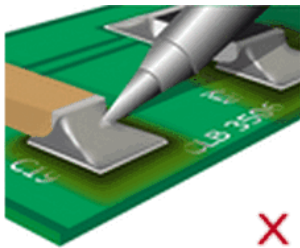


- Utilizar Termals Pads

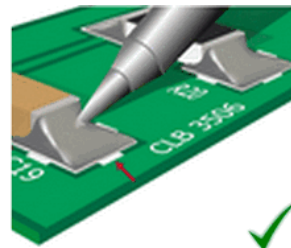
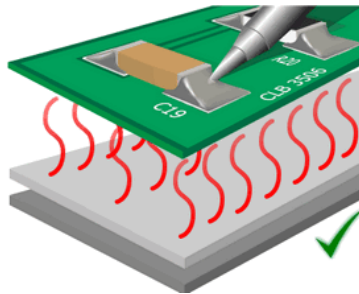


Tips Generales

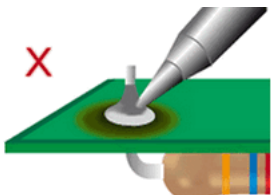
- Al soldar se pierde calor. Precalentar la placa.



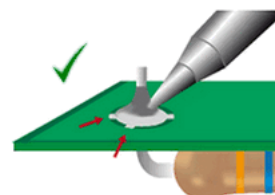
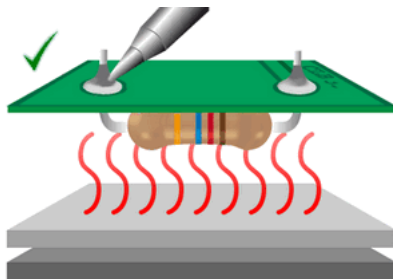
Solución no preferida



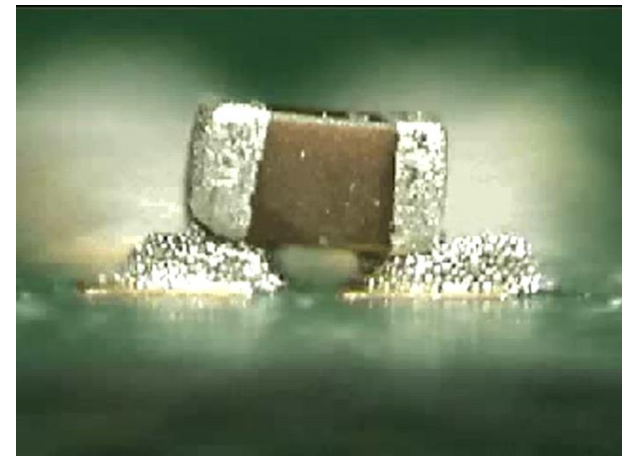
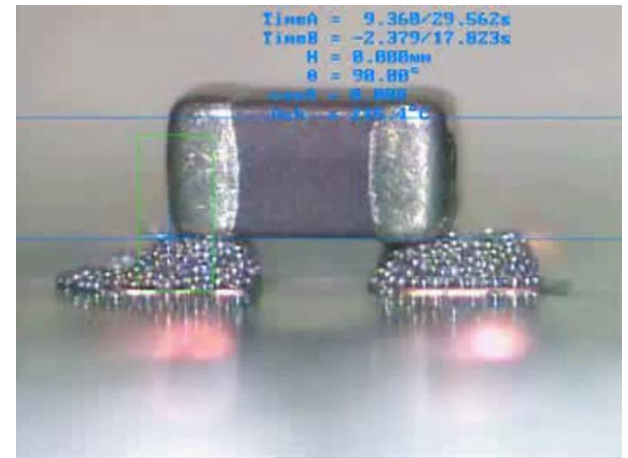
Soluciones aceptables



Solución no deseable

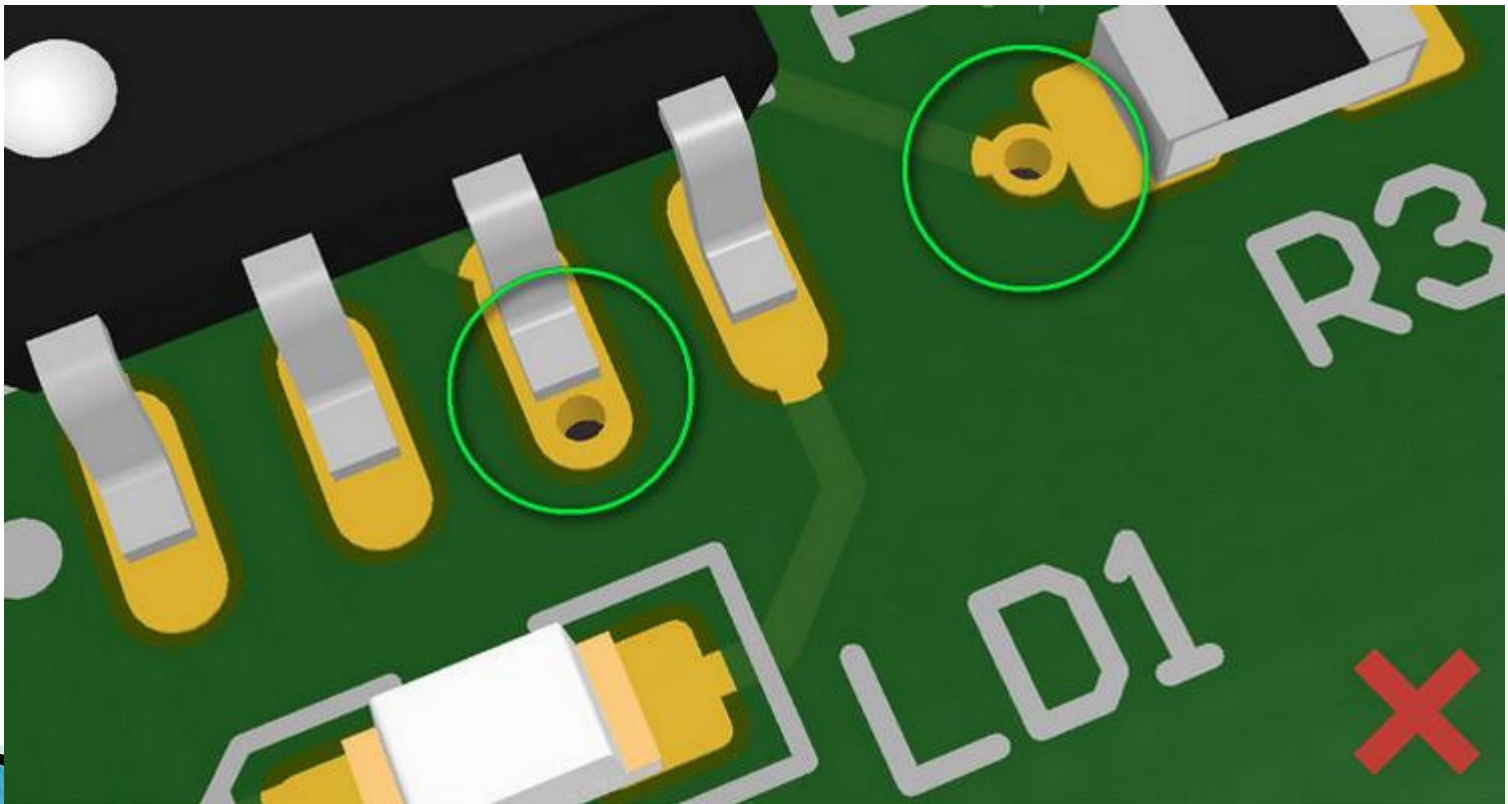


Soluciones aceptables



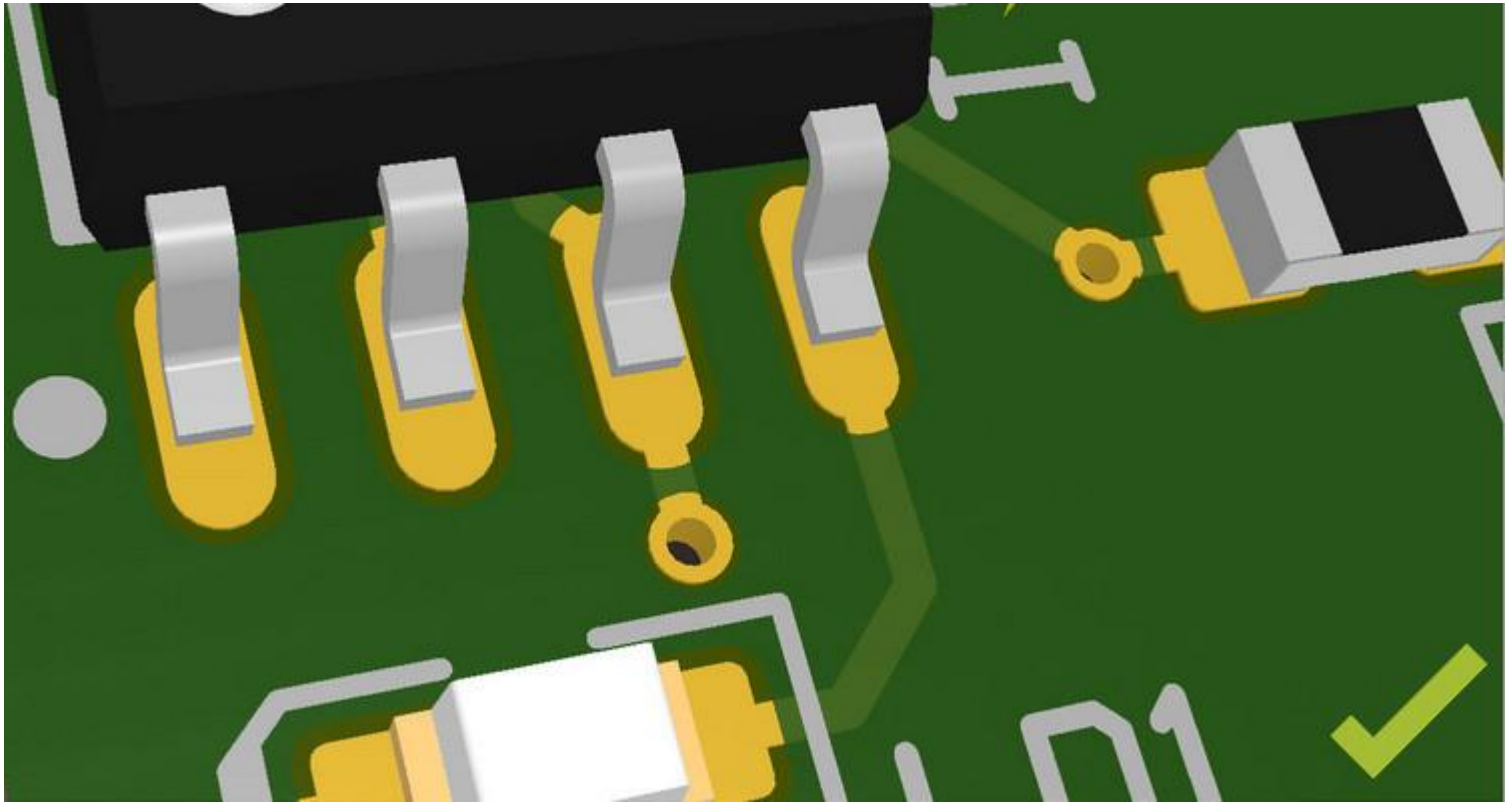
Tips Generales – Ubicación de VIAS

- ▶ NO colocar vías dentro o pegadas a un PAD
 - Según al norma IPC-7351



Tips Generales – Ubicación de VIAS

- ▶ Alternativa Correcta



Tips Generales – Capas

▶ Silkscreen

- Serigrafía de componentes.
- Verificar que no queden partes de la capa sobre algún pads que requiera soldadura.
- Tratar de que queden todos los rótulos de componentes en la misma dirección.

▶ Solder Mask

- Cubre toda la placa y deja expuestos los pads.
- La distancia entre pads y mascara se llama Solder Expansion.
- Pueden ser por Serigrafía o mediante impresión laser.
- Se puede poner sobre vias.

Tips Generales – Capas

▶ KeepOut

- Permite definir áreas en donde no se permiten ruteo.
- Permite definir el borde de la placa.

▶ Alineación

- Se debe conocer el error que puede cometer el fabricante al alinear capas de la placa.

▶ Netlist

- Archivo que incluye el listado de conexiones, componentes, designadores.

Tips Generales – Capas

▶ Rats Nets

- Son líneas que muestran las conexiones entre componentes.
- Al finalizar el ruteo no debiera existir ninguna línea de éstas.

▶ Diseño Multicapa

- Puede aumentar la densidad de componentes.
- Es más costoso.
- Una capa será GROUND.
- Otra capa será POWER.
 - Capas internas. GROUND cerca de TOP.

Tips Generales – Capas

▶ Plano de Masa

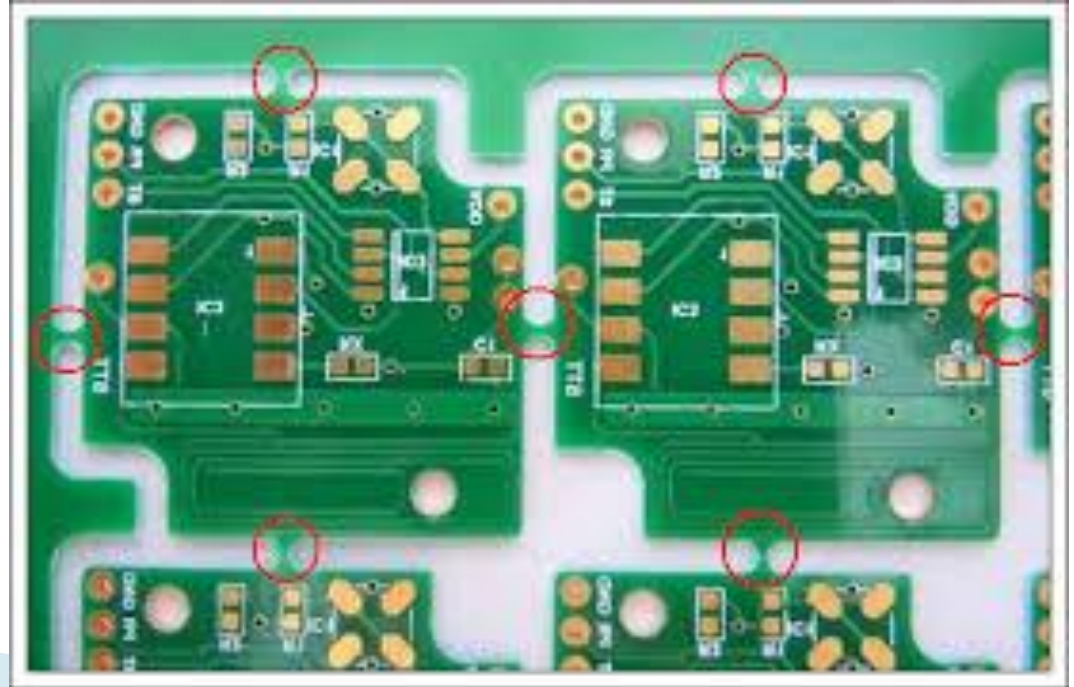
- Usar el mayor plano de masa posible sin interrupciones.
- Usar la capa mas cercana a TOP en diseños multicapa.
- Tratar de implementar una topología estrella en los caminos de masa.

▶ Capacitores de Desacople

- Utilizar en TODOS los circuitos lo mas cerca posibles de ellos.
 - Valor típico 100nF

Tips Generales – Capas

- ▶ Panelizado
 - Para soldadura automatizada es mejor disponer de placas de mayor tamaño.
 - Se colocan múltiples diseño dentro del panel.
 - Las placas vienen pre cortadas.



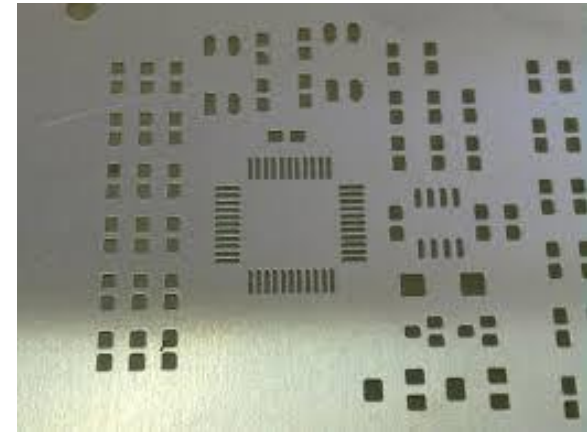
Tips Generales – Soldadura

▶ Distribución de Componentes

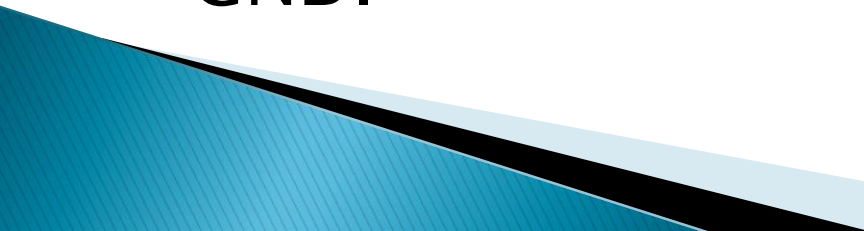
- Una correcta distribución permitiría disminuir los tiempos en el montaje de componentes automatizados.
 - Unificar valores de componentes.

▶ Dimensionado de Stencil

- En el proceso automatizado la adición de estaño en pasta requiere un stencil con las dimensiones adecuadas para evitar el derrame de soldadura.



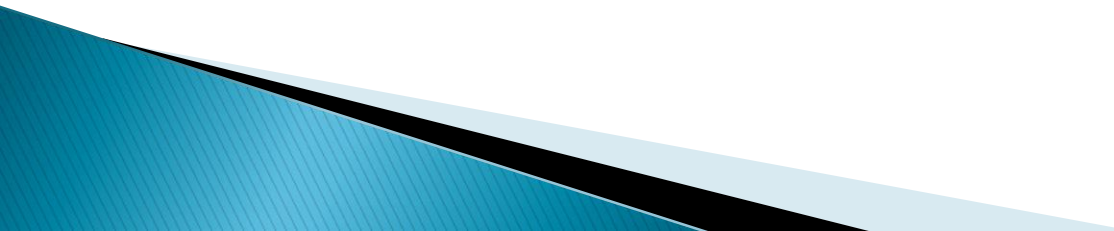
Lista para Verificación

- ▶ Verificar Pin-Out de componentes
 - ▶ Los componentes deben tener un único designador.
 - ▶ Correcta asignación de footprints.
 - ▶ Desacople en todos los pines de alimentación.
 - ▶ Verificar que todos los CI estén conectados a algún tipo de alimentación.
 - ▶ Verificar que todos los CI tengan conexión a GND.
- 

Lista para Verificación

- ▶ Las masas analógicas y digitales deben estar conectadas en un solo punto.
- ▶ Estudiar las corrientes máximas de las pistas.
- ▶ Constatar si los conectores son Macho o Hembra.
 - Error común DB9
- ▶ Verificar conexiones de cristales a los CI.
 - Pistas muy cortas.
- ▶ Ancho de pista NO menor a 8mil.
- ▶ Separación de pistas NO menor a 8 mil.

Lista para Verificación

- ▶ Tamaños de vías y holes acorde a las capacidades del fabricante.
 - Recomendado 30mil y 15 mil.
 - ▶ Dimensión de vías para alimentación
 - Tamaño recomendado 50mil y 28mil.
 - ▶ Vías separadas de los pads.
 - ▶ Cleareance entre planos y pistas
 - Recomendado 20mil.
 - ▶ Pistas entrantes a los pads de menor tamaño.
- 

Lista para Verificación

- ▶ Verificar distribución de componentes por bloques.
 - ▶ Verificar que los componentes no se pisen.
 - ▶ Usar topología estrella en la alimentación.
 - ▶ Verificar que los retornos de masa converjan en un punto.
 - ▶ Verificar que la placa entre en el gabinete elegido.
 - Usar software CAD como apoyo.
- 