



Escuela de
Ciencia y Tecnología
ECYT_UNSAM

Diseño y fabricación de PCBs

Ing. Leandro Gagliardi
lgagliardi@unsam.edu.ar

Ing. Gastón Maciel
gmaciel@unsam.edu.ar



Organización de la materia

- Trabajos prácticos en clases (entre 4 y 5): Esquemáticos; Layout; simulaciones; Archivos de fabricación (.cam, gerber files); Borradores (draft documents).
- Metodología de evaluación:
 - TP hechos en clases.
 - TP integrador.
 - Exposición del paper.
- Clases teóricas.
- Material en el campus virtual (en caso de haber problemas, se comparte por drive o por correo).
- Visita a laboratorio de INTI - Charlas sobre SMT y BGA.



Visita al INTI

- Recorrido por el laboratorio de fabricación de PCBs y charla sobre retrabajo en BGAs.
- Cuántos seríamos en total?
- Qué día y horario puede la mayoría?



Charla en UNSAM

- Posible tópico: Principios básicos de soldadura y retrabajo de placas en Tecnología SMD.
- Otro posible tópico: diseño de alta velocidad.
- Días y horarios posibles: martes o jueves de 15 a 18 hs.



Links de utilidad

- <https://www.digikey.com/>
- <https://ar.mouser.com/>
- <https://saturnpcb.com/saturn-pcb-toolkit/>
- <https://www.altium.com/es>
- <https://www.protoexpress.com/>
- <https://iconnect007.com/>



Altium - Licencia Estudiantil

Solicitud de la licencia estudiantil.

El mail tiene que estar asociado al dominio de una universidad (por ejemplo .edu o .ch)

The direct link to enroll in the Altium Education curriculum and free student license is here:

<https://www.altium.com/education/student-licenses>

Esto podría tomar un día o dos hasta que aprueben el mail. En caso de que surjan problemas para aprobar el mismo se puede contactar al soporte desde la siguiente dirección:

<https://www.altium.com/contact-us>



Altium - Administrador de Licencias

The screenshot shows the Altium License Management window. The interface includes a top navigation bar with 'License Management' and 'Extensions & Updates' tabs. The main content area displays the user's profile (Tiffany Cullen) and a list of available licenses. Annotations with orange callouts provide guidance on how to use the interface.

License Management

License Management Extensions & Updates

Altium Account - Tiffany Cullen is now signed in

Sign out Click here to sign in (if not already signed in)

Forgotten password? SUPPORTcenter

Account preferences

Available Licenses - Licensed to Altium, Inc.. License subscription

On Demand

Product Name	Activation ...	Used	Assigned Seat ...	Expiration	Status	Subscription Sta...
Altium Designer		Used by me	99/200	5-Jan-2049	OK	Valid to 5-Jan-2049
Altium Designer			0/10	5-Jan-2049	OK	Valid to 5-Jan-2049
Altium Designer			1/1	5-Jan-2049	No seats left	Valid to 5-Jan-2049
Altium Designer			0/1	7-Sep-2014	Expired	Expired on 7-Sep-2014

Use Save standalone license file Extensions and updates

Roam Add standalone license file How to use an on-demand license

Release Setup private license server How to use a standalone license

Refresh Reconnect to private license server How to use a private server license

Get Viewer License

You are using one license.

If your organization is using private server licenses you will need to click here.



Saturn - PCB Toolkit

Saturn PCB Design, Inc. - PCB Toolkit V8.08 - www.saturnpcb.com

File Program Function Tools EDA Resources Help | Contact Saturn PCB Design, Inc.

PDN Calculator Planar Inductors PPM-XTAL Calculator Thermal Management Via Properties Wavelength Calculator XL-XC Reactance
Embedded Resistors Er Effective Fusing Current Mechanical Information Min Conductor Spacing Ohm's Law Padstack Calculator
Bandwidth & Max Conductor Length Conductor Impedance Conductor Properties Conversion Calculator Crosstalk Calculator Differential Pairs

Differential Pairs
Conductor Width (W) **10 mils** Target Zdiff **100 Ohms** Differential Protocol **DDR2 CLK/DQS**
Conductor Spacing (S) **5 mils** +/- Tolerance = 10%
Conductor Height (H) **15 mils** Target Zdiff Plus **112.500 Ohms**
Target Zdiff Minus **87.500 Ohms**
Formula Restrictions:
0.1 < W/H < 3.0
0.1 < S/H < 3.0
W/H = 0.667
S/H = 0.333

Options
Base Copper Weight
☐ 0.25oz
☒ 0.5oz
☐ 1oz
☐ 1.5oz
☐ 2oz
☐ 2.5oz
☐ 3oz
☐ 4oz
☐ 5oz
Plating Thickness
☐ Bare PCB
☒ 0.5oz
☐ 1oz
☐ 1.5oz
☐ 2oz
☐ 2.5oz
☐ 3oz
Differential Layer
☒ Edge Cpld Ext
☐ Edge Cpld Int Sym
☐ Edge Cpld Int Asym
☐ Edge Cpld Embed
☐ Broad Cpld Shld
☐ Broad Cpld NSHld

Units
☒ Imperial
☐ Metric
Substrate Options
Material Selection **FR-4 STD**
Er **4.6** Tg (°C) **130**
Temp Rise (°C) **20**
Temp in (°F) = 36.0
Ambient Temp (°C) **23**
Temp in (°F) = 73.4

Information
Total Copper Thickness
2.10 mils
Via Thermal Resistance
N/A
Via Count: **10**
Conductor Temperature
Temp in (°C) = N/A
Temp in (°F) = N/A
Via Voltage Drop
N/A

Send to Differential Vias Calculator

Zdiffential
100.979 Ohms
Zo
77.504 Ohms

SATURN
PCB DESIGN, INC.
Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us
f i n t y

8:19:08 AM 3/16/2022

Saturn PCB Design, Inc. - PCB Toolkit V8.08 - www.saturnpcb.com

File Program Function Tools EDA Resources Help | Contact Saturn PCB Design, Inc.

PDN Calculator Planar Inductors PPM-XTAL Calculator Thermal Management Via Properties Wavelength Calculator XL-XC Reactance
Bandwidth & Max Conductor Length Conductor Impedance Conductor Properties Conversion Calculator Crosstalk Calculator Differential Pairs
Embedded Resistors Er Effective Fusing Current Mechanical Information Min Conductor Spacing Ohm's Law Padstack Calculator

Ohm's Law
E = I × R
I = E / R
P = I² × R
R = P / I²
E = I × R
I = E / R
P = I² × R
R = P / I²
Solve For
☒ Volts
☐ Amps
☐ Ohms
Amps **1**
Ohms **12**
Volts **12.0000**
Watts **12.0000**

Options
Base Copper Weight
☐ 0.25oz
☒ 0.5oz
☐ 1oz
☐ 1.5oz
☐ 2oz
☐ 2.5oz
☐ 3oz
☐ 4oz
☐ 5oz
Plating Thickness
☐ Bare PCB
☒ 0.5oz
☐ 1oz
☐ 1.5oz
☐ 2oz
☐ 2.5oz
☐ 3oz
Plane Thickness
☒ 0.5oz / 1oz
☐ 2oz
Conductor Layer
☐ Internal Layer
☐ External Layer

LED Bias R Series R Parallel PI Pad T Pad C Series C Parallel L Series L Parallel
+V Value **12 Volts** Resistor Value **1000.0 Ohms** Resistor Power Dissipation **0.1000 Watts**
LED Voltage Drop **2 Volts**
LED Current **10 mA** ☐ Solve for LED Current

Information
Total Resistance
N/A
Series Current
N/A
Via Thermal Resistance
N/A
Via Count: **10**
Conductor Temperature
Temp in (°C) = N/A
Temp in (°F) = N/A
Via Voltage Drop
N/A


SATURN
PCB DESIGN, INC.
Turnkey Electronic Engineering Solutions

Follow Us
f i n t y

8:18:43 AM 3/16/2022



Digikey - Conversion Calculators

**IPC 2141 Trace Impedance Calculator**

The IPC-2141 trace impedance calculator will help make initial design easier by allowing the user to input basic parameters and get a calculated impedance according to the IPC-2141 standard. While this calculator will provide a baseline, any final design considerations should be made towards loss, dispersion, copper roughness, phase shift, etc. A field solver may be required for final circuit analysis.

Trace Type

Microstrip
☒

Embedded Microstrip
☐

Edge Coupled Microstrip
☐

Stripline
☐

Asymmetric Stripline
☐

Broadside Coupled Stripline
☐

Edge Coupled Stripline
☐

Solve For

☒ Impedance

☐ Trace Width

TRACE WIDTH (w)

Enter Value mil

TRACE THICKNESS (t)

Enter Value oz/100

HEIGHT (h)

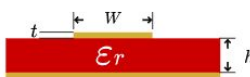
Enter Value mm


DIELECTRIC CONSTANT (ϵ_r)


Enter Value


TARGET IMPEDANCE (Z_0)


Enter Value Ω


$$Z_0 \approx \frac{87}{\sqrt{\epsilon_r + 1.41}} \times \ln \left(\frac{5.98h}{(0.8w + t)} \right)$$



**PCB Trace Width Calculator**

**Reactance Calculator**

**Voltage Divider Calculator**


**Current Divider Calculator**

**See All Calculators**

**DK RED**

Take your design to the next **LAYER!**

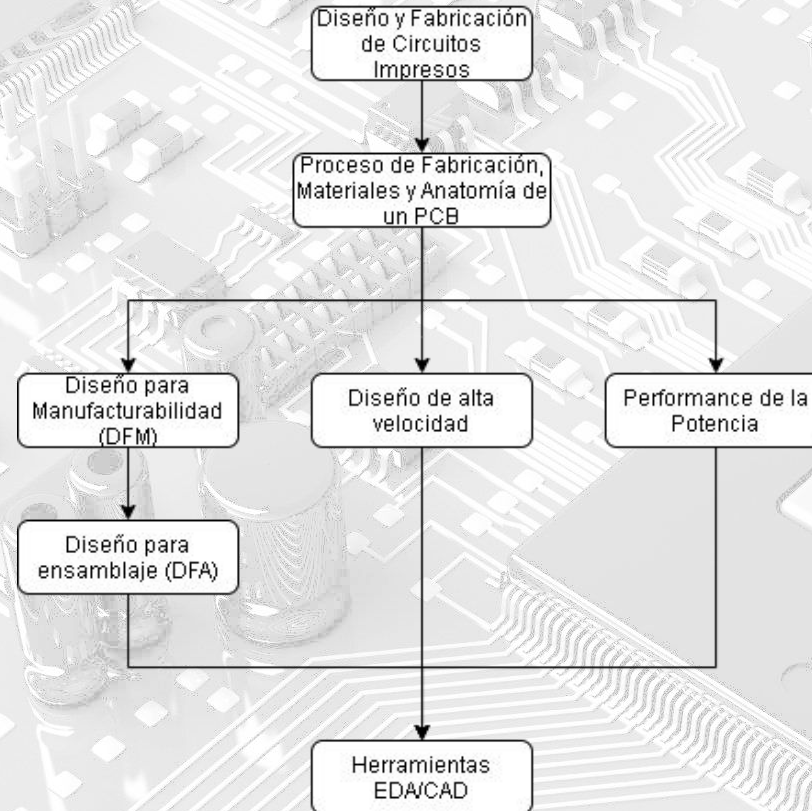
NEW! 4-layer PCBs with expedited build time.

**Digi-Key**

ORDER TODAY



Programa analítico





Diseño y fabricación de PCBs

Introducción



Contexto Histórico

Albert Hanson
presentó una
patente para
mejorar los
tableros de las
centrales
telefónicas.
1903

Charles Ducas
desarrolló el
electroplating.
1925

Circuito impreso
real para radios
de aviones.
1945

Fabricación de los
primeros PCBs
multicapas.
1968

Software
CAD/CAM.
Tecnología SMT.
Flying Probe
Electrical Testers
1980 - 1990

1915
Cableado
rudimentario.



1943
Paul Eisler
desarrolló el primer
PCB. Se le atribuye
la invención del
mismo.

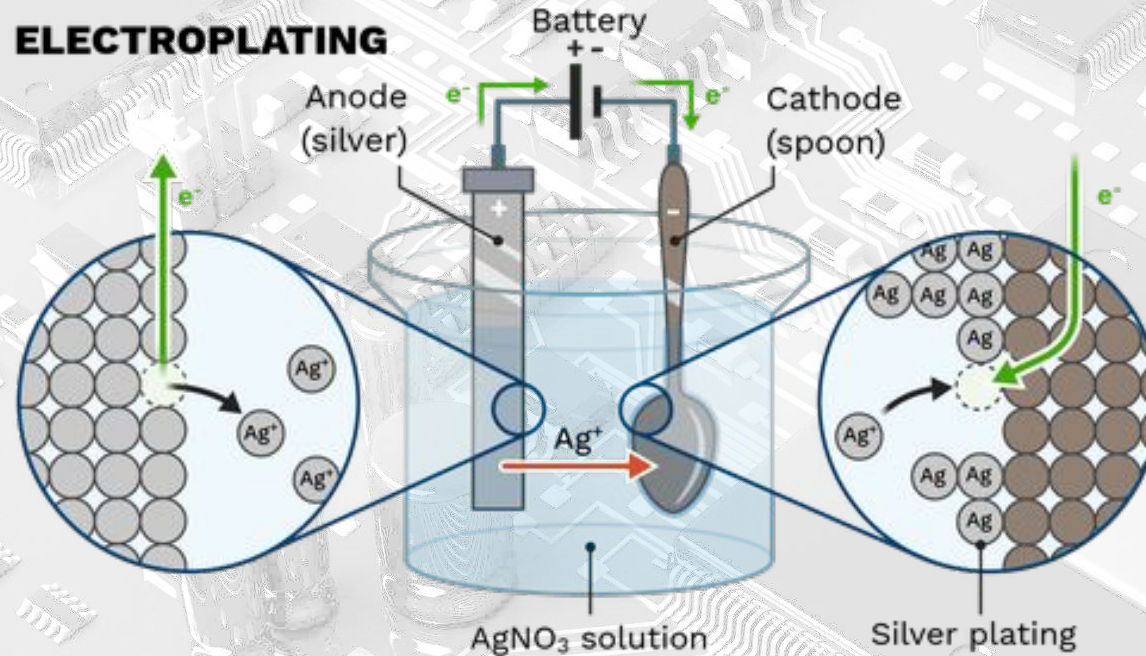
1964
Producción
industrial de
placas de circuito
impreso de doble
cara.

1970
Taladros de
cabezales
múltiples.
Máscaras de
soldadura de
polímeros finos.

Laser Direct
Imaging.
Rigid-Flex
2000



Electroplating





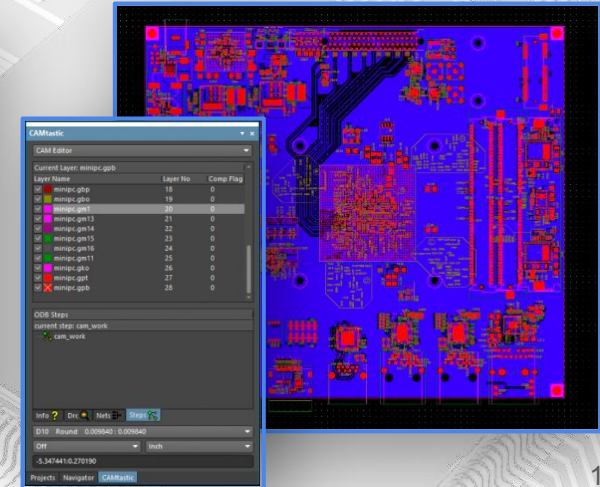
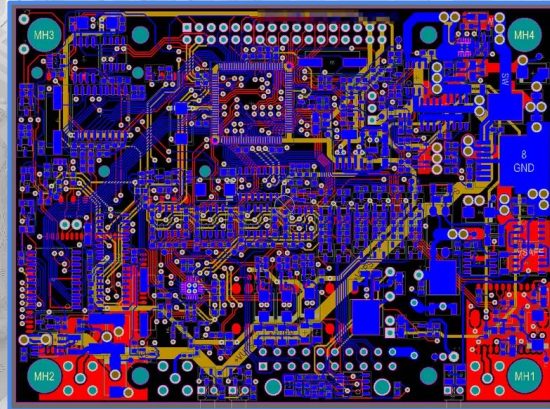
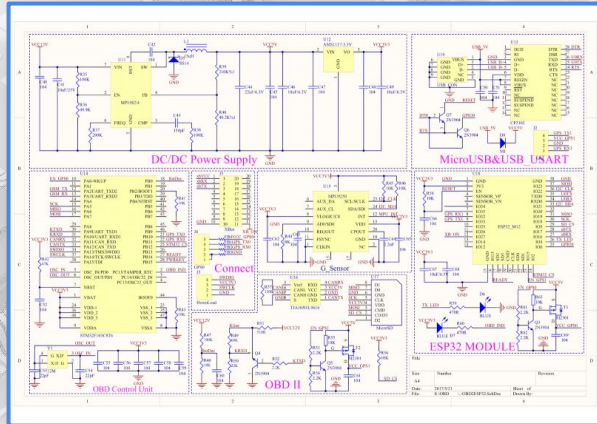
La industria del PCB hoy

- Las ventas anuales de PCB en todo el mundo superan los \$70 mil millones.
- China representa el 50% de la producción mundial de PCB, Taiwán el 15% y menos del 10% se construye en América del Norte y Europa.
- Hoy hay aproximadamente 2700 empresas fabricantes de PCB.
 - 400 se encuentran en América del Norte y Europa.
 - China cuenta con unos 1.000 fabricantes.
 - El resto se dispersa en todo el mundo.



Diseñando un PCB

1. Creación del circuito.
2. Selección de componentes y depuración. Routing.
3. Generación de Netlist, drill, Gerber files, BOM.



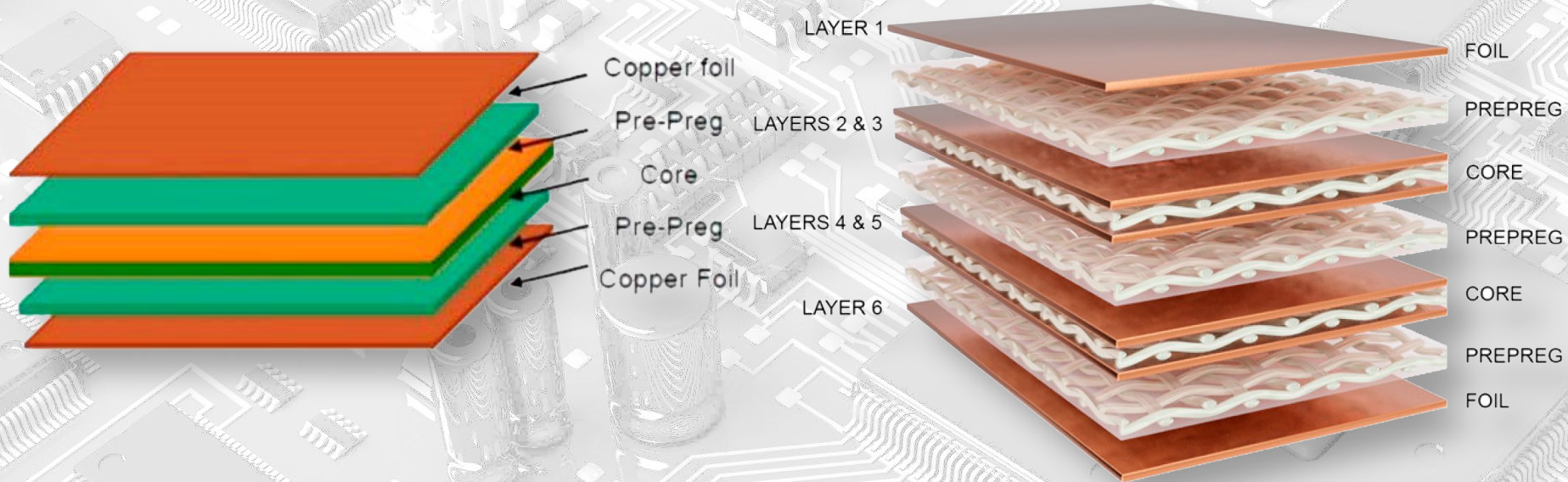


Algunas consideraciones de diseño

1. Consideraciones de potencia, ubicación de los componentes de control. Interfaces eléctricas y térmicas, restricciones mecánicas y test points.
2. Dimensiones de las pistas, configuración de planos, líneas de transmisión.
3. Consideraciones avanzadas como impedancia controlada y crosstalk.
4. Selección del fabricante del PCB.



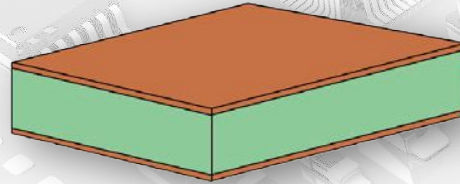
Diseñando un PCB: Materiales del PCB





Proceso de Fabricación (A)

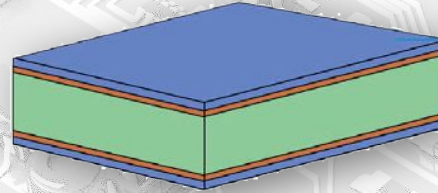
- 1 - Archivos del cliente.
- 2 - Preparación de los datos.
- 3 - Cores/laminado.



Copper Foil

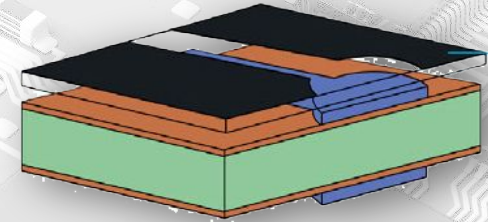
Laminate

- 4- Deposición del photoresist sobre el core (capas internas).



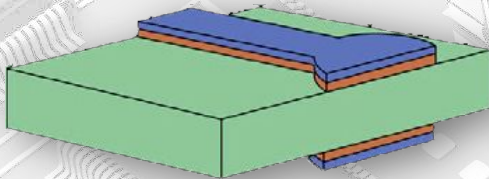
Etch Photoresist

- 5 - Ubicación de la máscara.
- 6 - Exposición a luz UV.
- 7 - Remoción del photoresist.

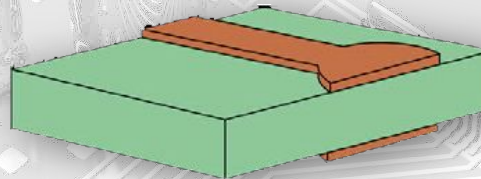


Artwork

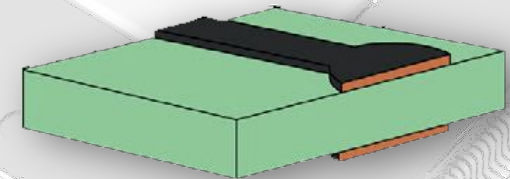
- 8- Etching.



- 9- Remoción del photoresist e inspección visual.



- 10- Capa de óxido.





Automated Optical Inspection (AOI)

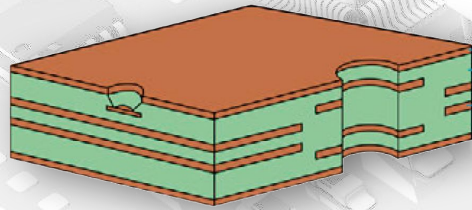
Previamente a la oxidación del cobre, se realiza una inspección óptica y se compara contra los archivos gerber.





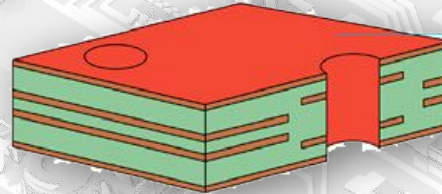
Proceso de Fabricación (B)

11 - Laminación multicapa.
12- First Drill.



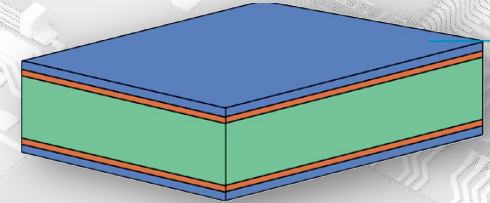
Inner Layer

13 - Quita de rebaba y limpieza.
14 - Desmear.
15 - Deposición de cobre.



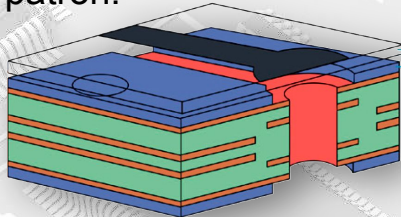
Electroless
Copper

16 - Deposición del photoresist a las capas externas.



Etch Photoresist

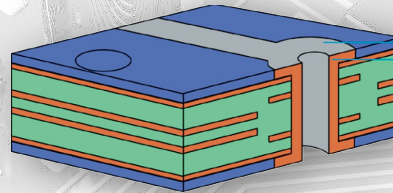
17- Exposición y grabado del patrón.



Photoresist

Artwork

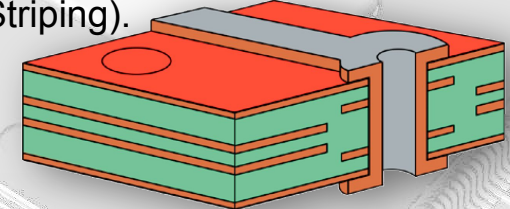
18- Electroplating.



Electroplated
Copper

Resist Metal (tin)

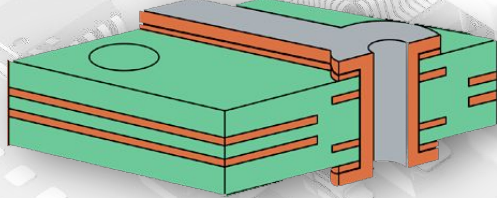
19- Remoción del photoresist (Stripping).



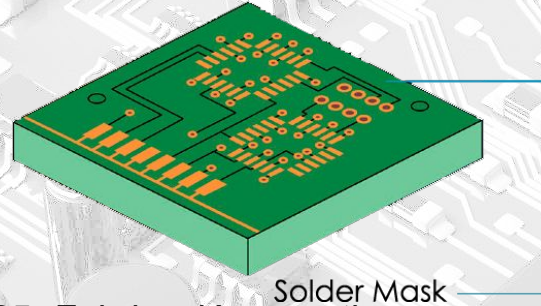


Proceso de Fabricación (C)

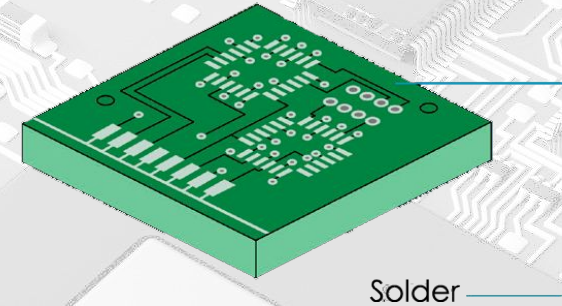
20- Ataque químico (Etch).



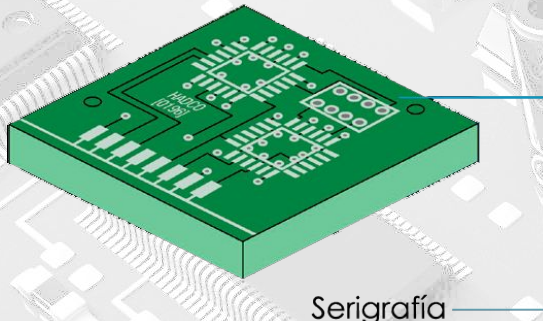
21 - Máscara de soldado y curado



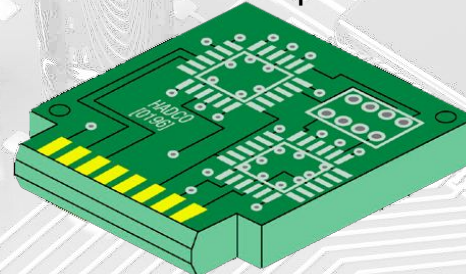
22 - Hot air solder leveling (HASL).
23- Acabado superficial.



24- Serigrafía y curado

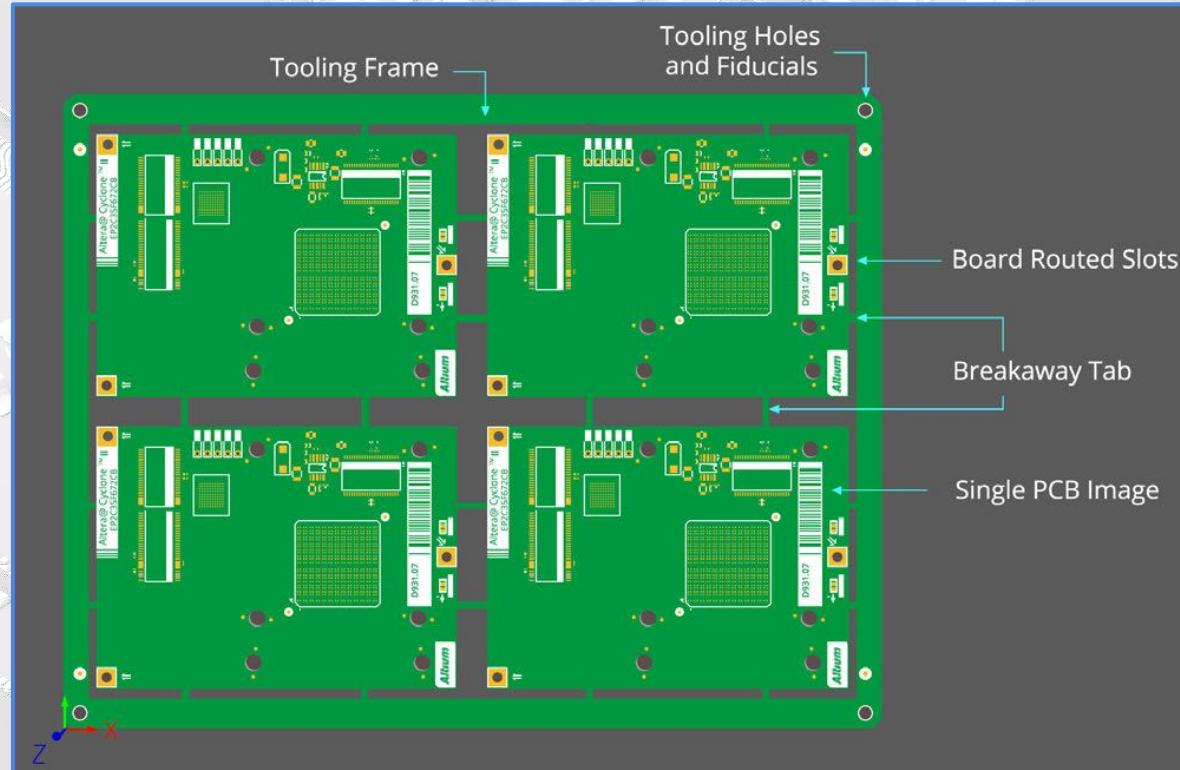


25- Fabricación y routing
26- Test eléctrico/Inspección final



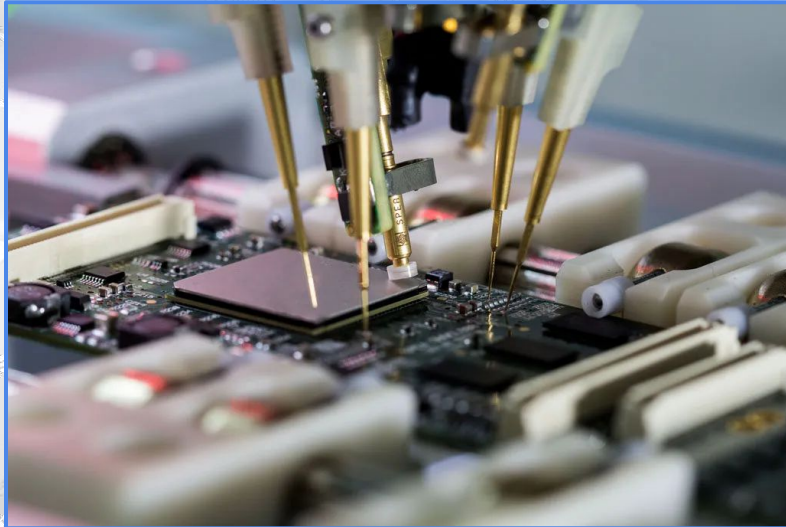


Panelización





Métodos de testeo



FPT



ICT



PCBWay





Acabados superficiales (A)

- Soldabilidad (solderability)
- Tiempo de procesamiento
- Confiabilidad
- Corrosión
- Costo
- Volumen
- Estética



Acabados superficiales (B)

- HASL (hot air solder leveling)/HASL lead Free
- Organic Coating (OSP)
- ENIG (Electroless Nickel/Immersion Gold)





Acabados superficiales (C)

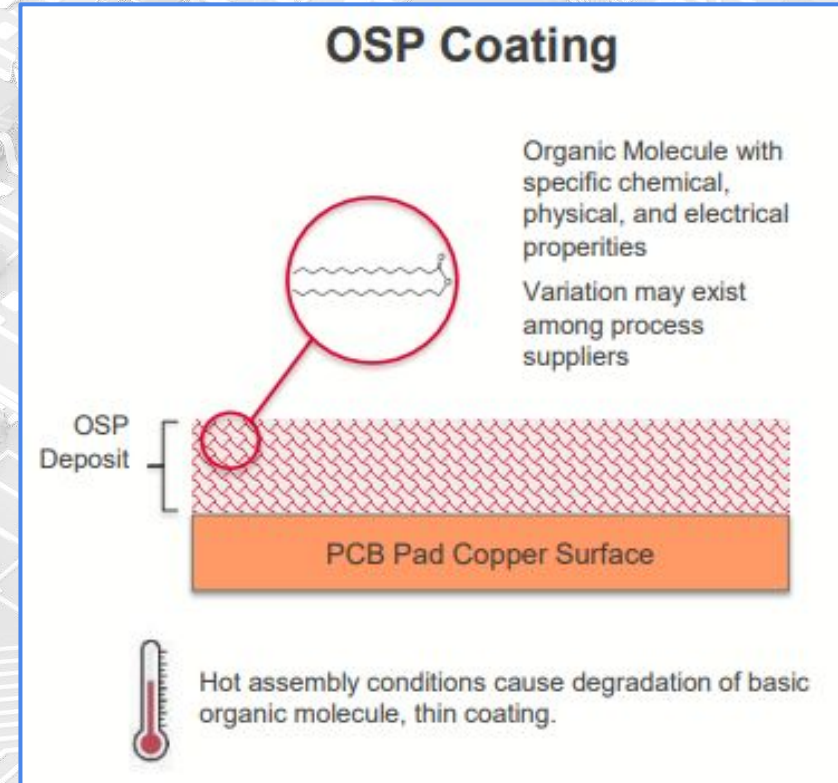
- HASL (hot air solder leveling)/HASL lead Free





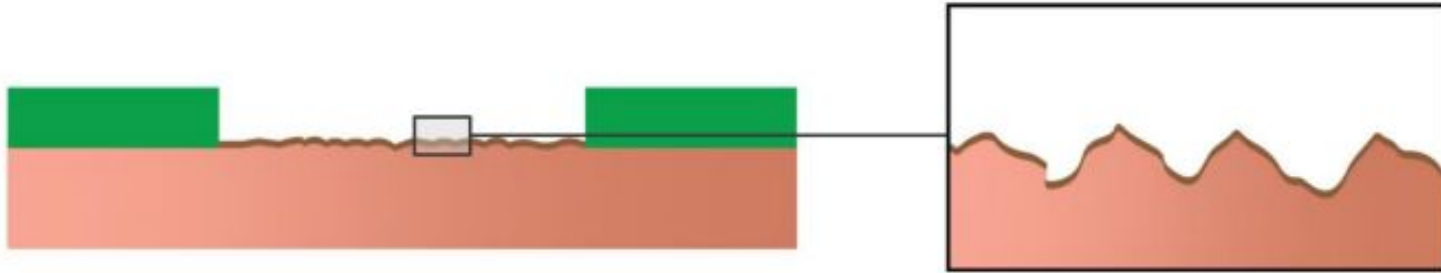
Acabados superficiales (D)

- Organic Coating (OSP).
 - Acabado superficial de menor costo.
 - Acabado superficial más utilizado.
 - Recubrimiento orgánico.
 - Inhibe la oxidación y la degradación del cobre subyacente, pero esta característica se reduce con cada exposición al ciclo de ensamblaje.





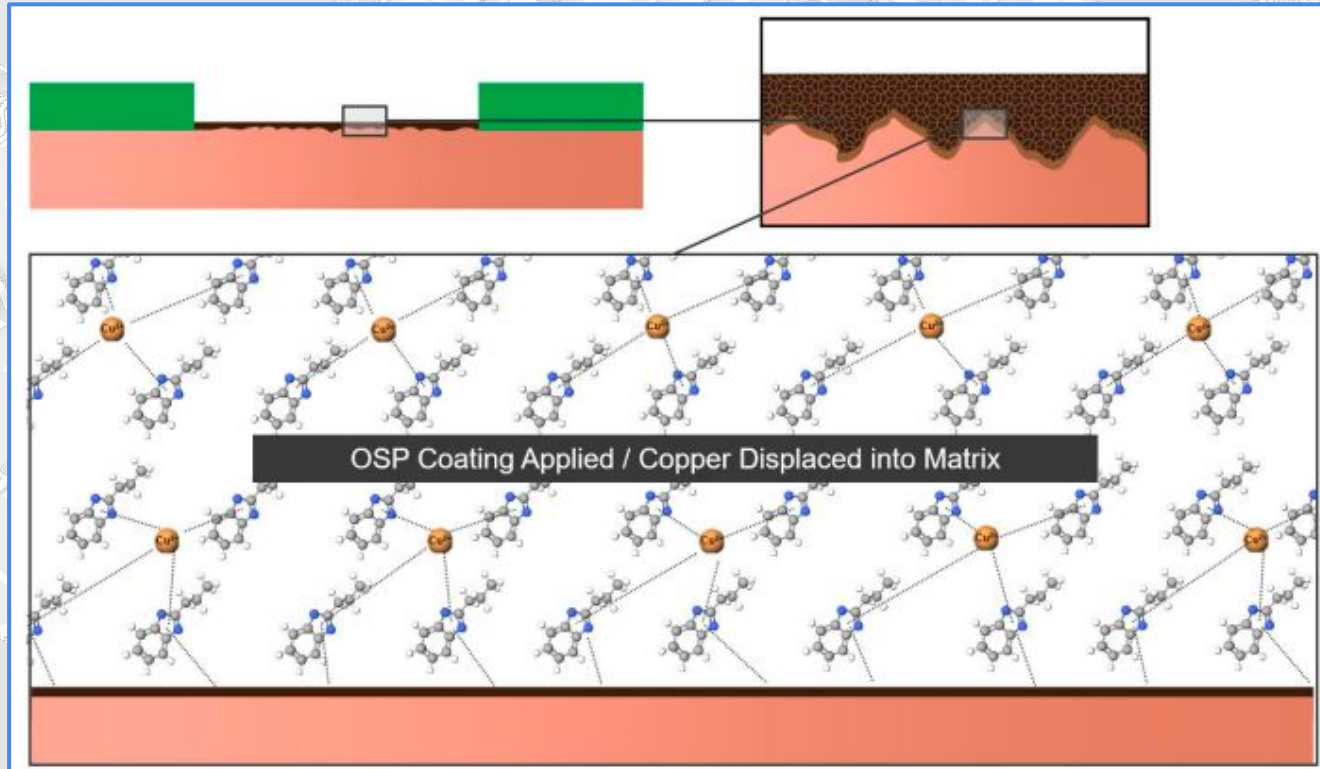
Acabados superficiales (F)



The PCB is passed through a cleaner, microetch, and the OSP pre-coat step to create a surface that allows for the OSP buildup and adhesion.



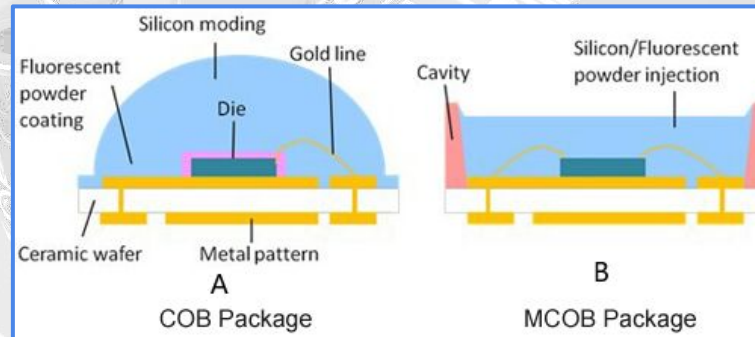
Acabados superficiales (G)





Acabados superficiales (H)

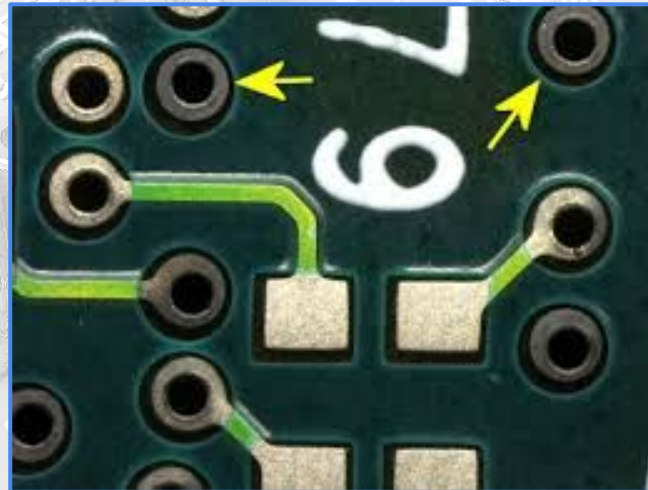
- ENIG (Electroless Nickel/Immersion Gold)
 - Al igual que HASL, proporciona una larga vida útil de la placa.
 - A diferencia del HASL, el ENIG ofrece una superficie plana.
 - No tiene plomo.
 - Generalmente es implementado en aplicaciones de alta confiabilidad: médicas, militares, aeronáuticas.
 - Es adecuado para COB wiring.
 - Mejora notablemente la conductividad eléctrica.
 - Previene la oxidación.





Acabados superficiales (I)

- ENIG (Electroless Nickel/Immersion Gold)
 - Un gran desafío es que es costoso.
 - A diferencia de HASL, ENIG conlleva un proceso más complejo.
 - ENIG es propenso al llamado black pad.





Acabados superficiales (J)

	HASL	HASL Pb Free	OSP	ENIG
RoHS Compliant	No	Yes	Yes	Yes
Flatness	Poor	Poor	Excellent	Excellent
Fine Pitch/SMT/BGA	No	No	Yes	Yes
Solderability	Best	Better	Good	Good
Shelf-Life	>1 year	>1 year	9-12 Months	>1 year
Cost	Low	Low	Low	Medium