



**marcombo**  
ediciones técnicas

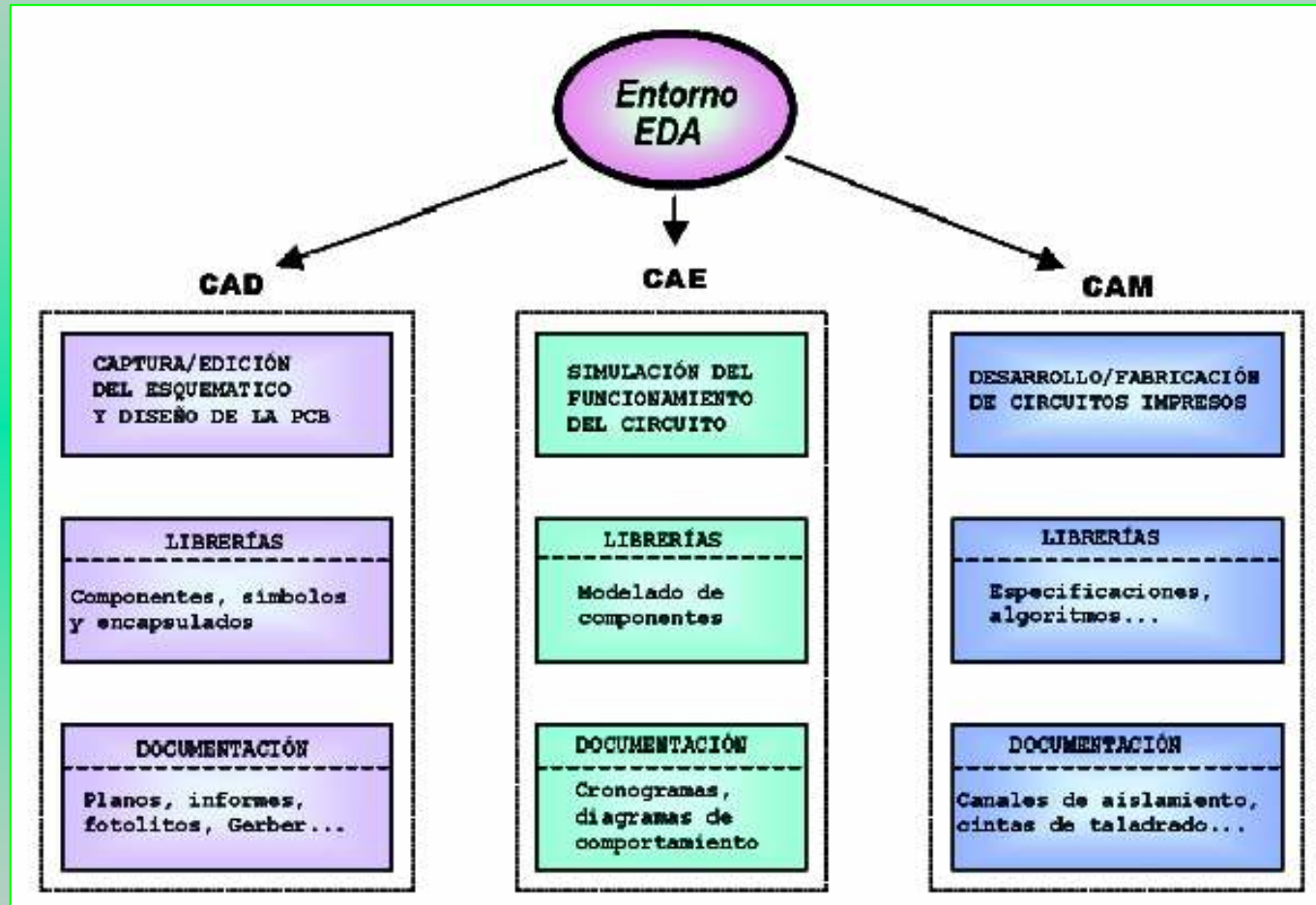


# Desarrollo y construcción de prototipos electrónicos

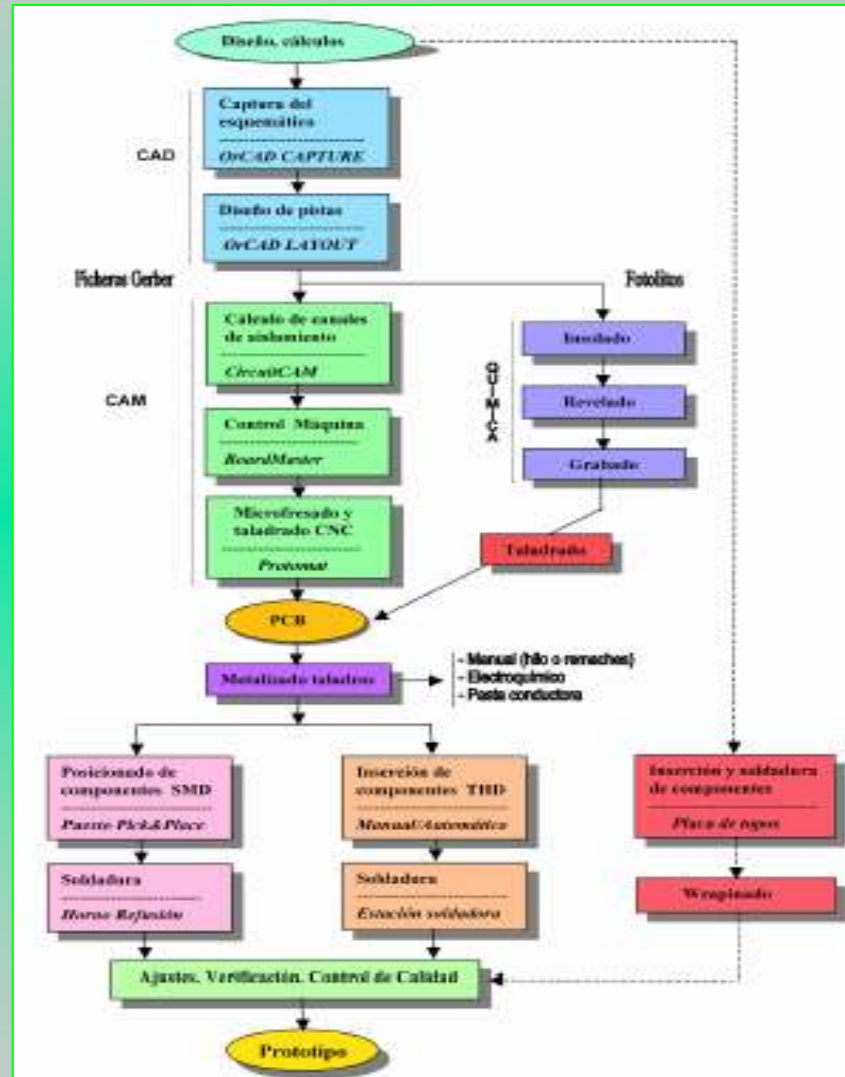
**Autores:**

**Ángel Bueno Martín & Ana I. de Soto Gorroño**

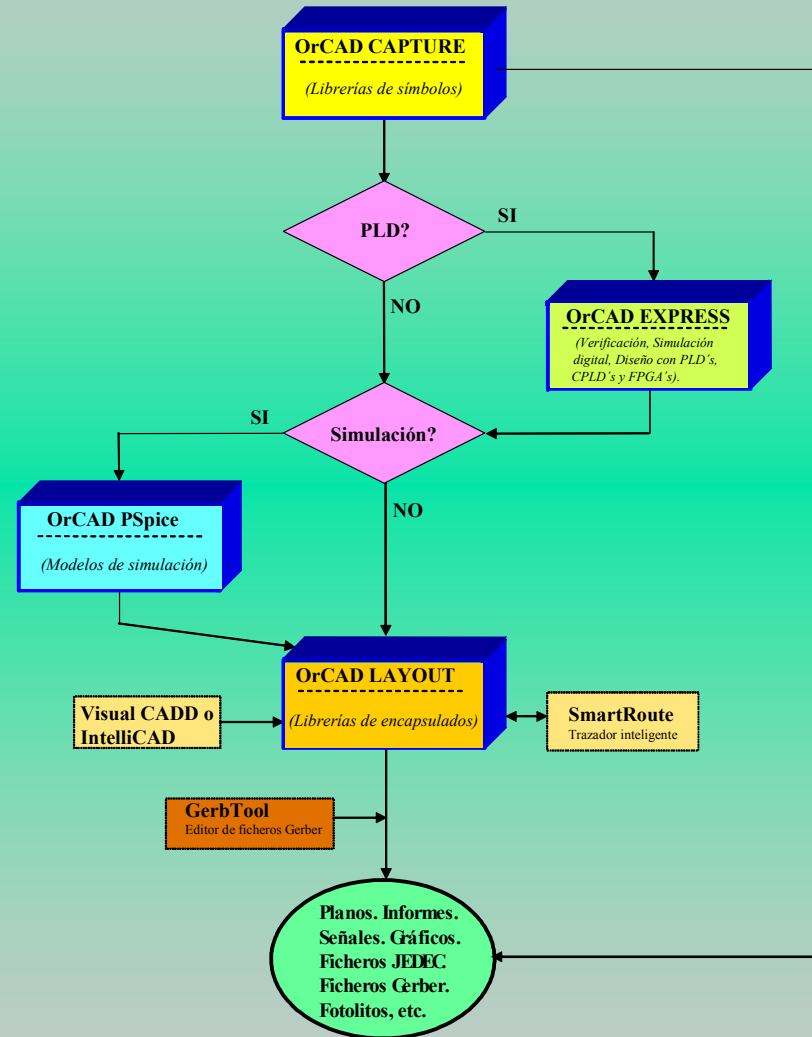
# GENERALIDADES SOBRE EL DISEÑO ELECTRÓNICO POR ORDENADOR



# INTRODUCCIÓN



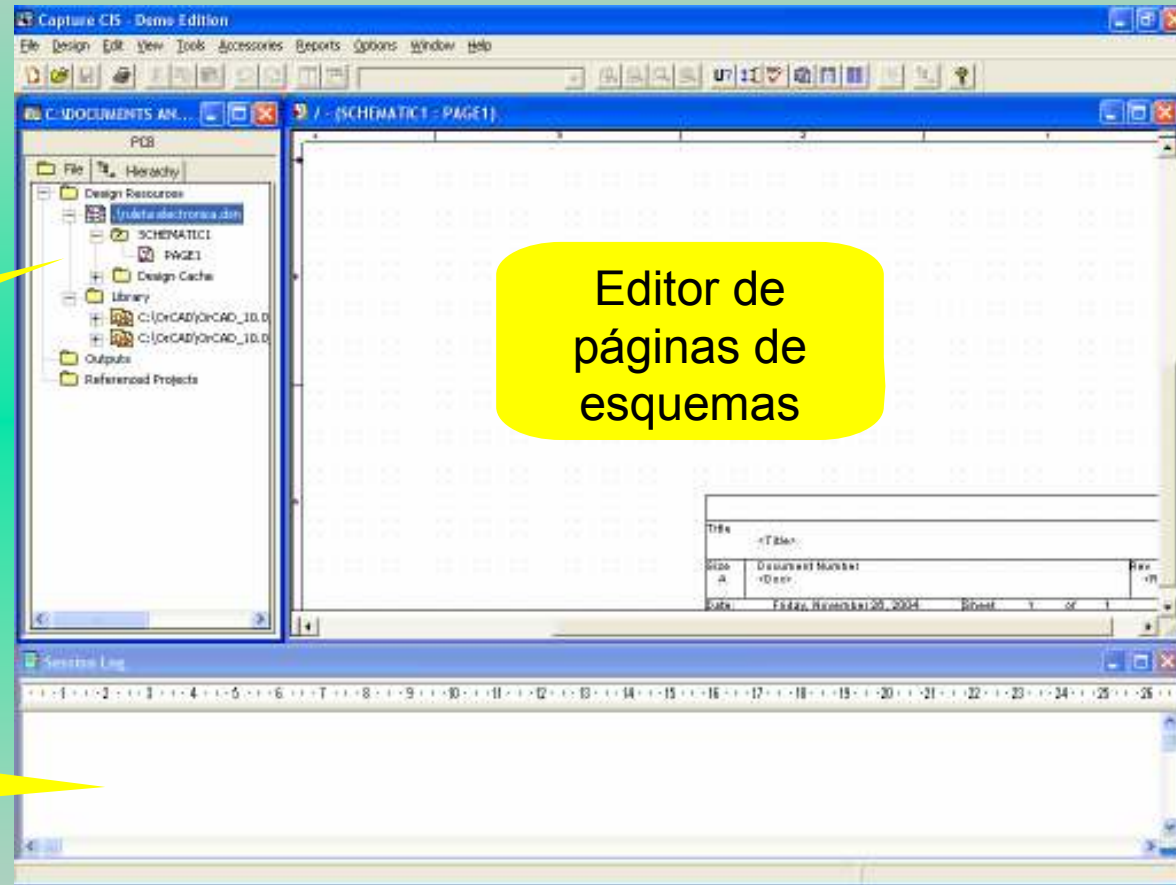
# OrCAD V 9.x-10.x



# MÓDULOS DE OrCAD CAPTURE



# DIBUJO DE ESQUEMAS CON OrCAD CAPTURE



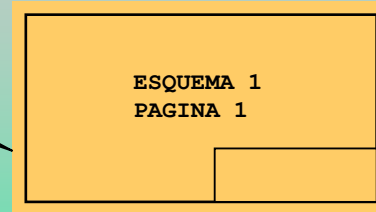
Administrador  
del proyecto

Editor de  
páginas de  
esquemas

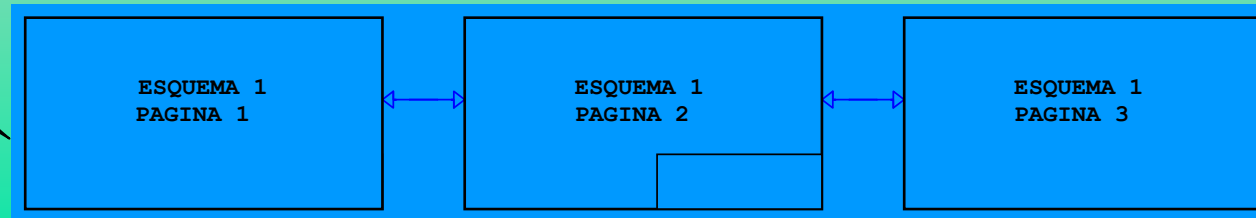
Informe de la  
sesión

# TIPOS DE DISEÑOS

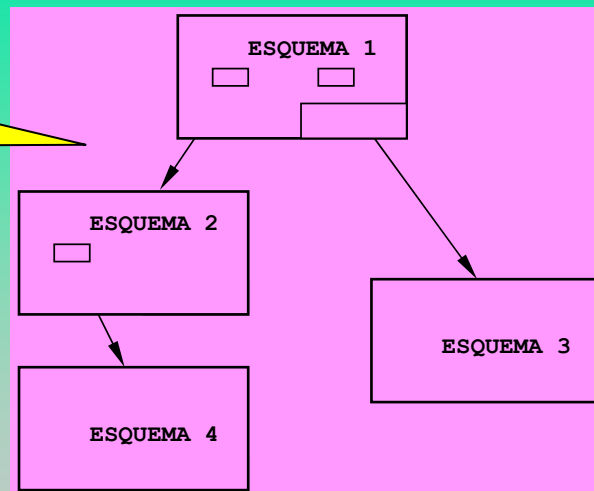
DISEÑO SIMPLE



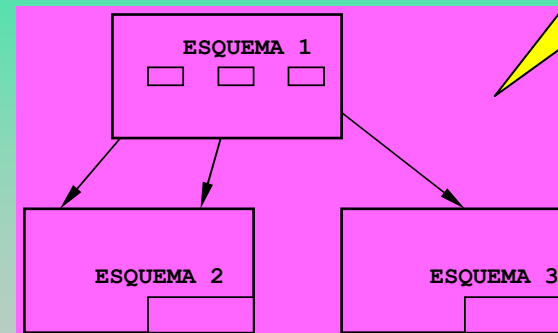
DISEÑO PLANO



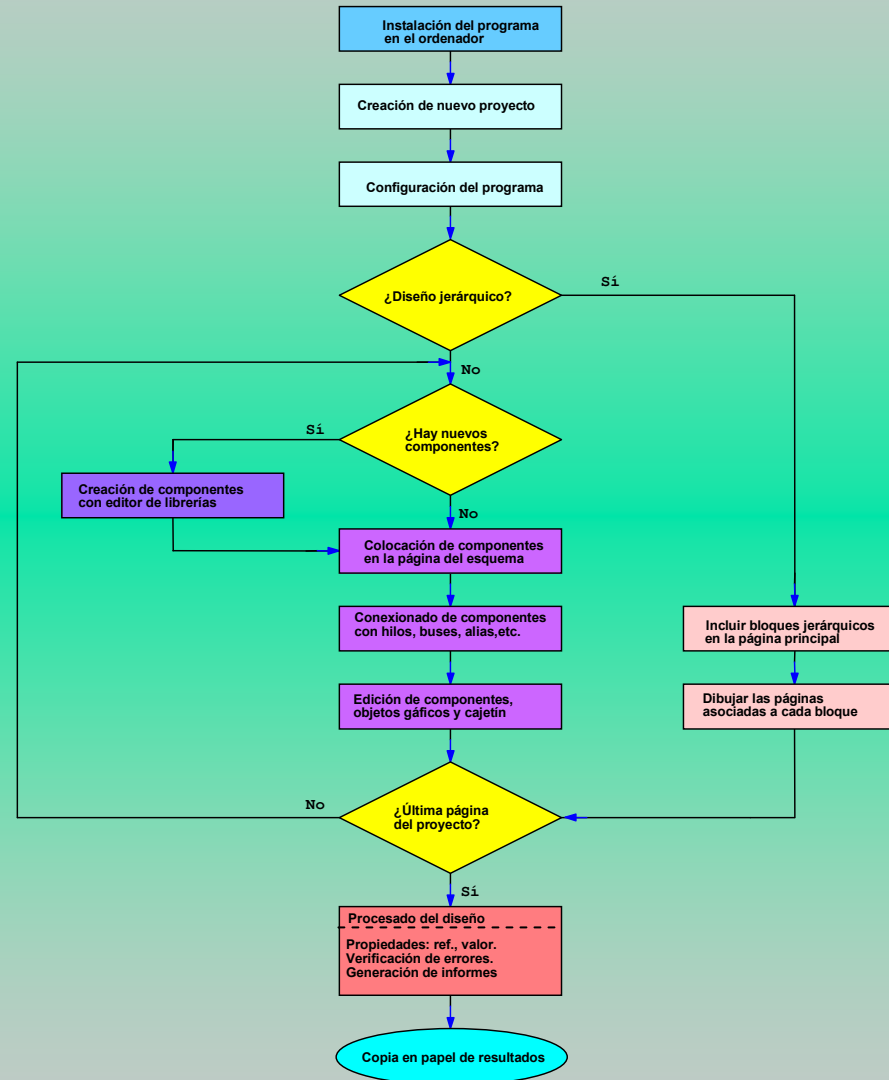
DISEÑO JERÁRQUICO SIMPLE



DISEÑO JERÁRQUICO COMPLEJO

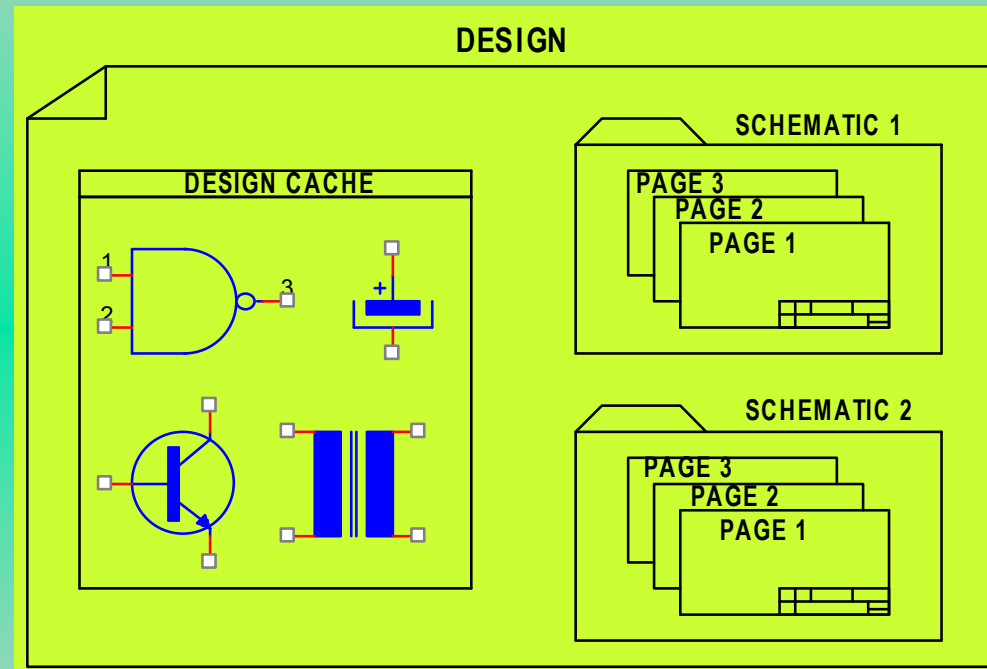


# CAPTURA DE ESQUEMÁTICOS





# COMPONENTES DE UN DISEÑO



# ENTORNO DE TRABAJO de OrCAD CAPTURE

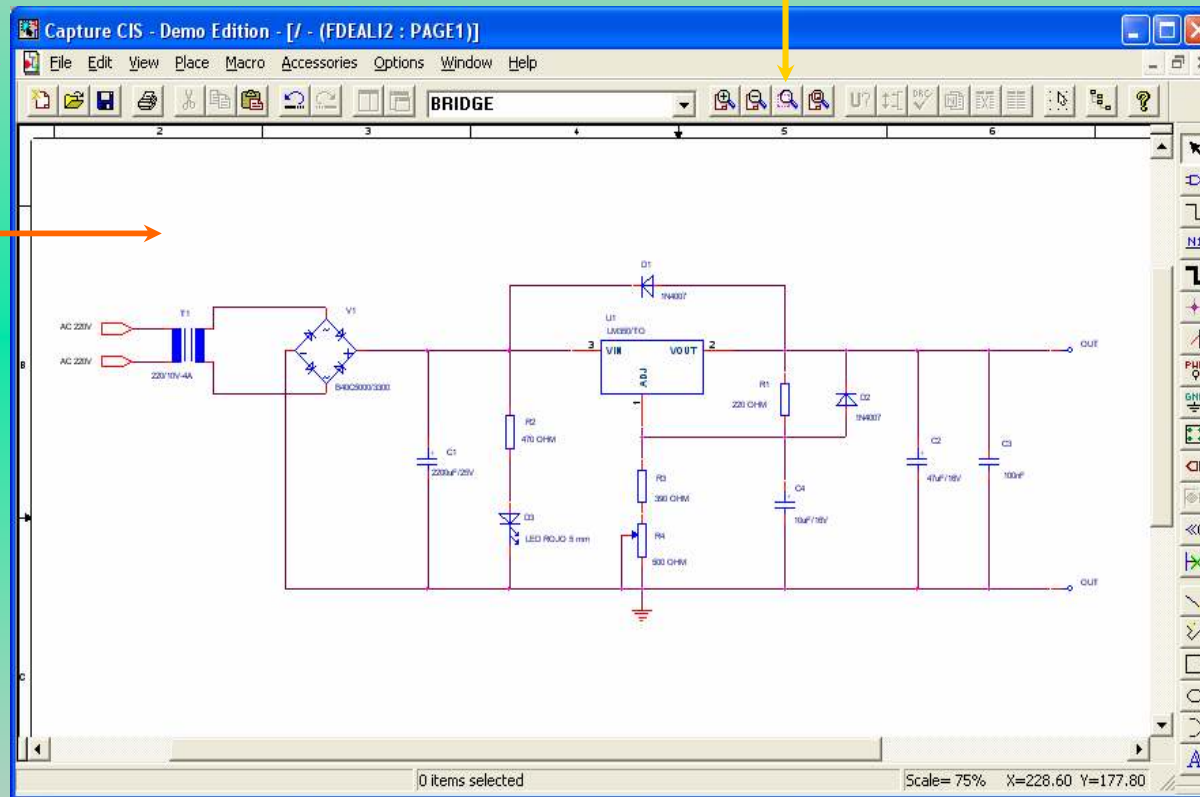
Menús up-down

Area de trabajo

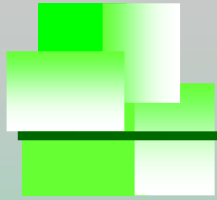
Barra de estado

Barra de herramientas

Paleta de herramientas



# PALETA DE HERRAMIENTAS



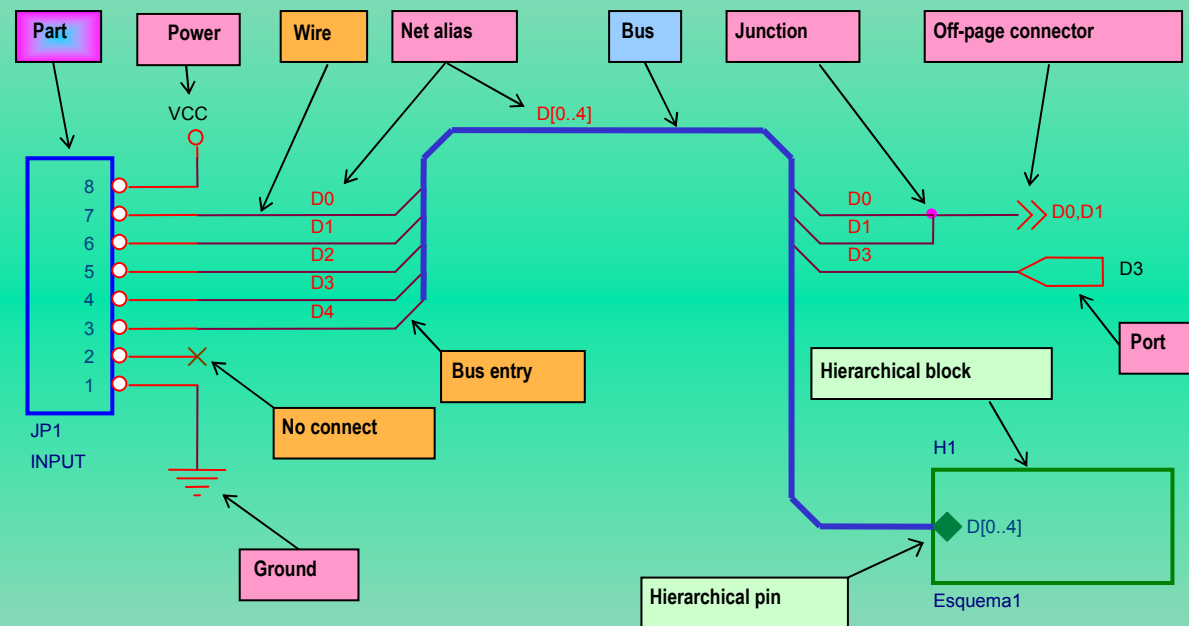
Editor de páginas de  
esquemas

Iconos  
eléctricos

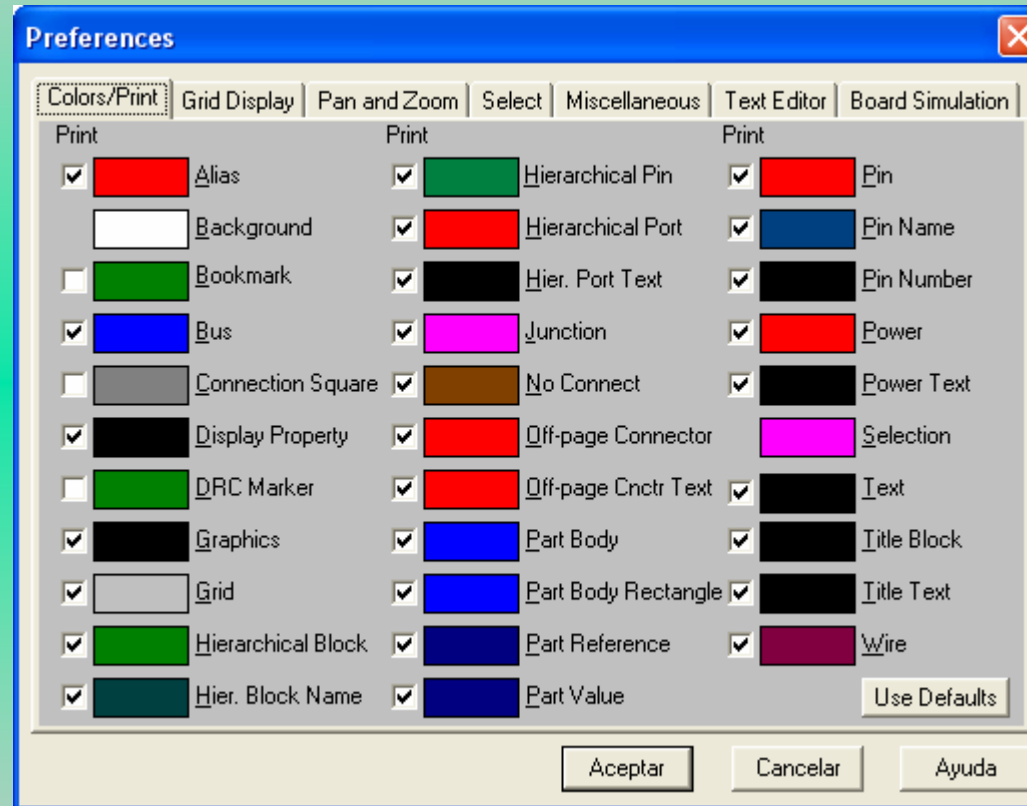
Iconos  
gráficos



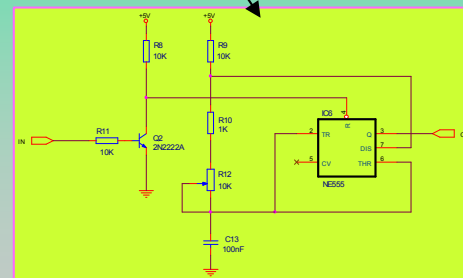
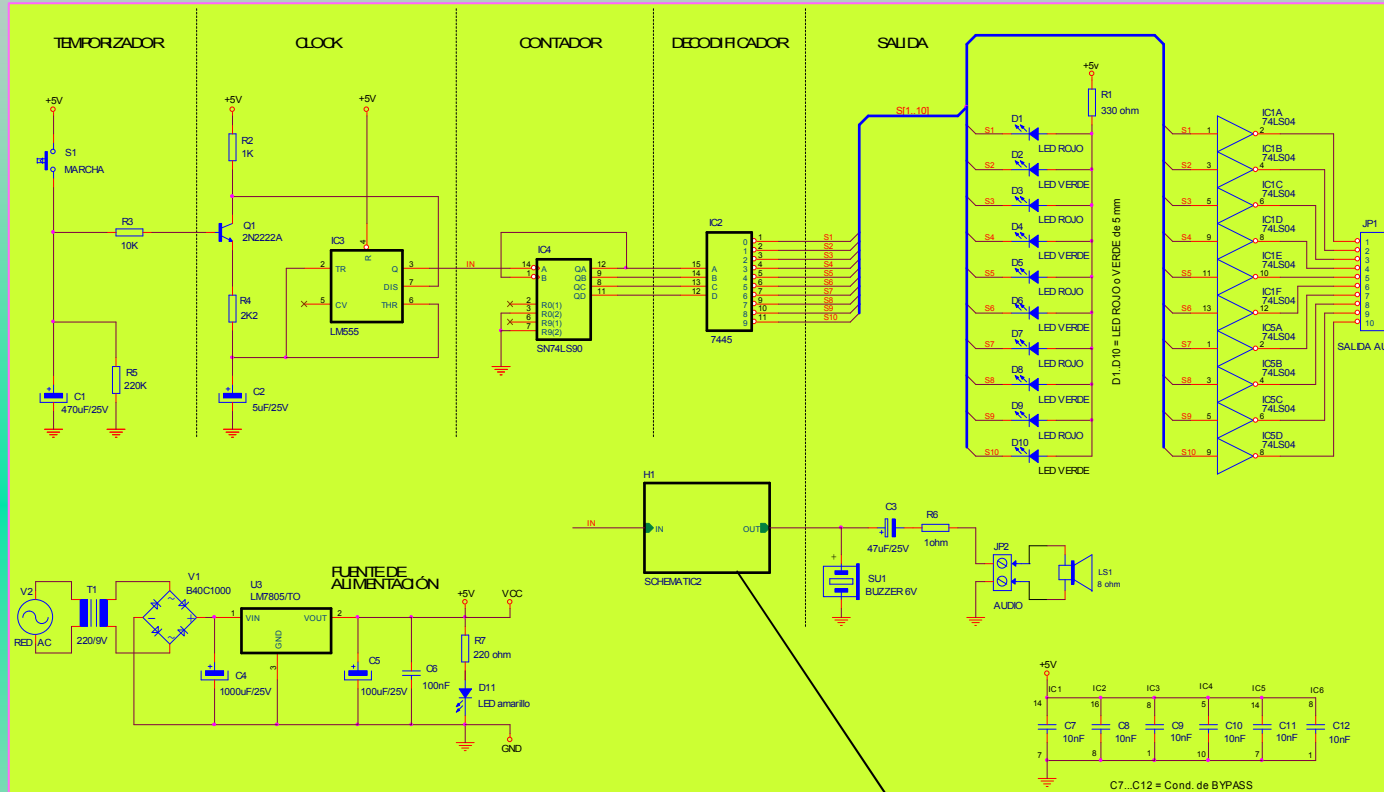
# ELEMENTOS DE CONEXIONADO ELÉCTRICO



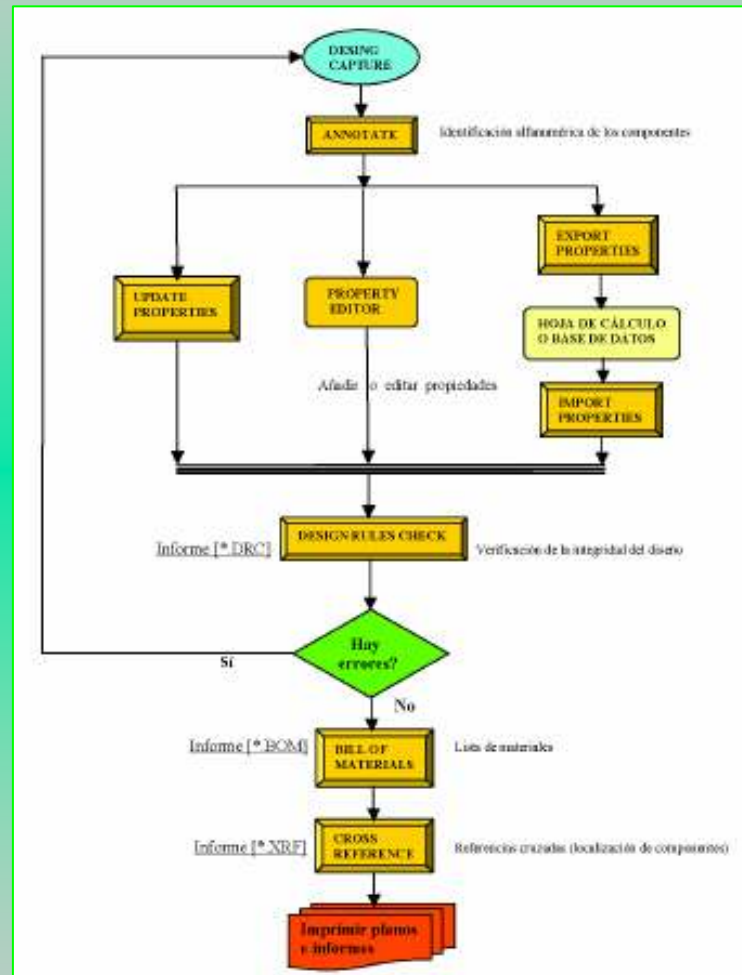
# CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA



# CIRCUITO GUIA



# PROCESADO DEL DISEÑO



# RESUMEN DE TAREAS PARA LA CAPTURA DE ESQUEMÁTICOS

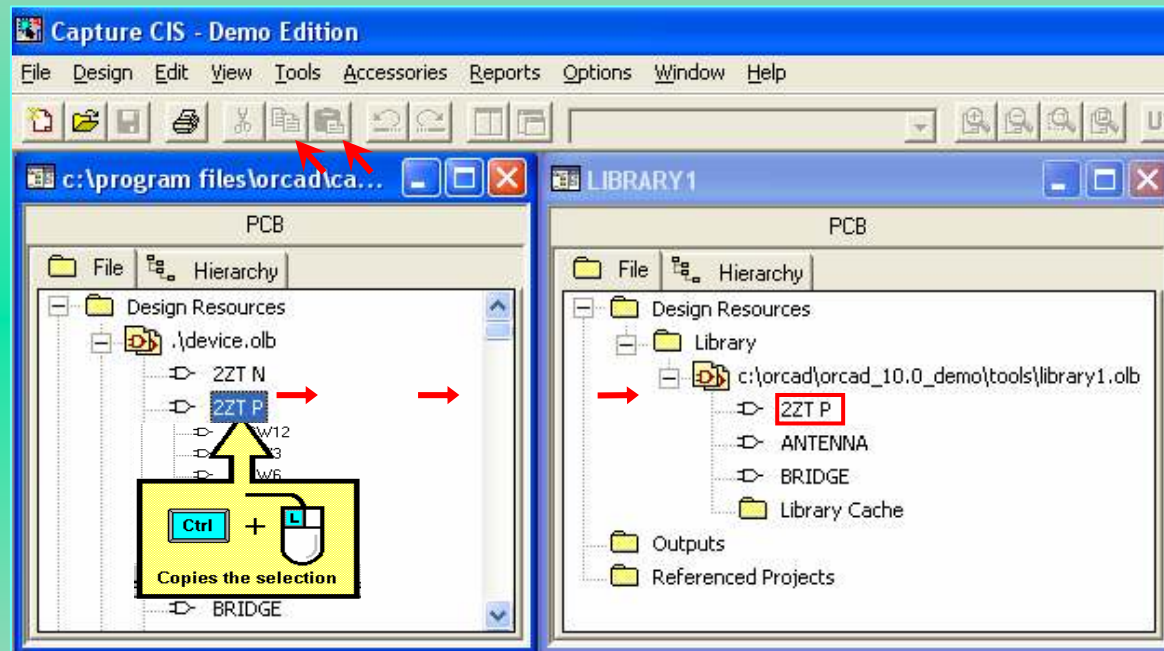
- 1°.- Arrancar el programa OrCAD Capture e iniciar un nuevo proyecto, teniendo en cuenta el tipo de diseño.  
↳ **FILE** → **NEW** → **PROJECT**.
- 3°.- Configurar algunos parámetros (tamaño de la lámina, colores, cajetín, librerías activas, macros, etc.) para personalizar el programa según nuestras preferencias y necesidades.  
↳ **OPTIONS** → **PREFERENCES, DESIGN TEMPLATE...**
- 4°.- Colocar en la página del esquema los componentes del circuito procedentes de las librerías.  
↳ **PLACE** → **PART**.
- 5°.- Interconexionar los componentes anteriores mediante hilos, buses, etiquetas, terminales y demás elementos de conexión. Posicionado final de los mismos.  
↳ **PLACE** → **WIRE, BUS...**
- 6°.- Dibujar los objetos gráficos, si los hay.  
↳ **PLACE** → **LINE, POLYLINE...**
- 7°.- Editar el cajetín.
- 8°.- Numerar automáticamente las referencias de los componentes.  
↳ **TOOLS** → **ANNOTATE**.
- 9°.- Editar otras propiedades de los componentes (valor, encapsulado, etc.).  
↳ **EDIT** → **PROPERTIES**.
- 10°.- Procesar el diseño:
  - Chequeo de reglas eléctricas para detectar posibles errores.  
↳ **TOOLS** → **DESIGN RULES CHECK**.
  - Lista de materiales.  
↳ **TOOLS** → **BILL OF MATERIALS**.
  - Referencias cruzadas.  
↳ **TOOLS** → **CROSS REFERENCE**.
- 11°.- Salvar e imprimir los planos e informes del diseño.  
↳ **FILE** → **PRINT**.
- 12°.- En su caso, preparación del diseño para utilizarlo en OrCAD Layout.  
↳ **TOOLS** → **NETLIST**.



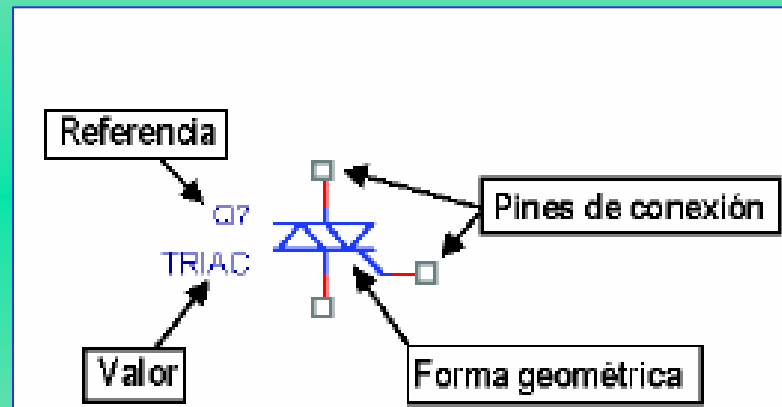
# MÓDULOS PRINCIPALES DEL PROGRAMA



# INTERCAMBIO DE COMPONENTES ENTRE LIBRERIAS



# ELEMENTOS DE UN COMPONENTE



# CREACIÓN DE UN NUEVO COMPONENTE

**New Part Properties**

Name: Nand Schmitt

Part Reference Prefix: U

PCB Footprint: DIP.100/14/W.300/L.800

Create Convert View

Multiple-Part Package

Parts per Pkg: 4

Package Type

- Homogeneous
- Heterogeneous

Part Numbering

- Alphabetic
- Numeric

Pin Number Visible

OK

Cancel

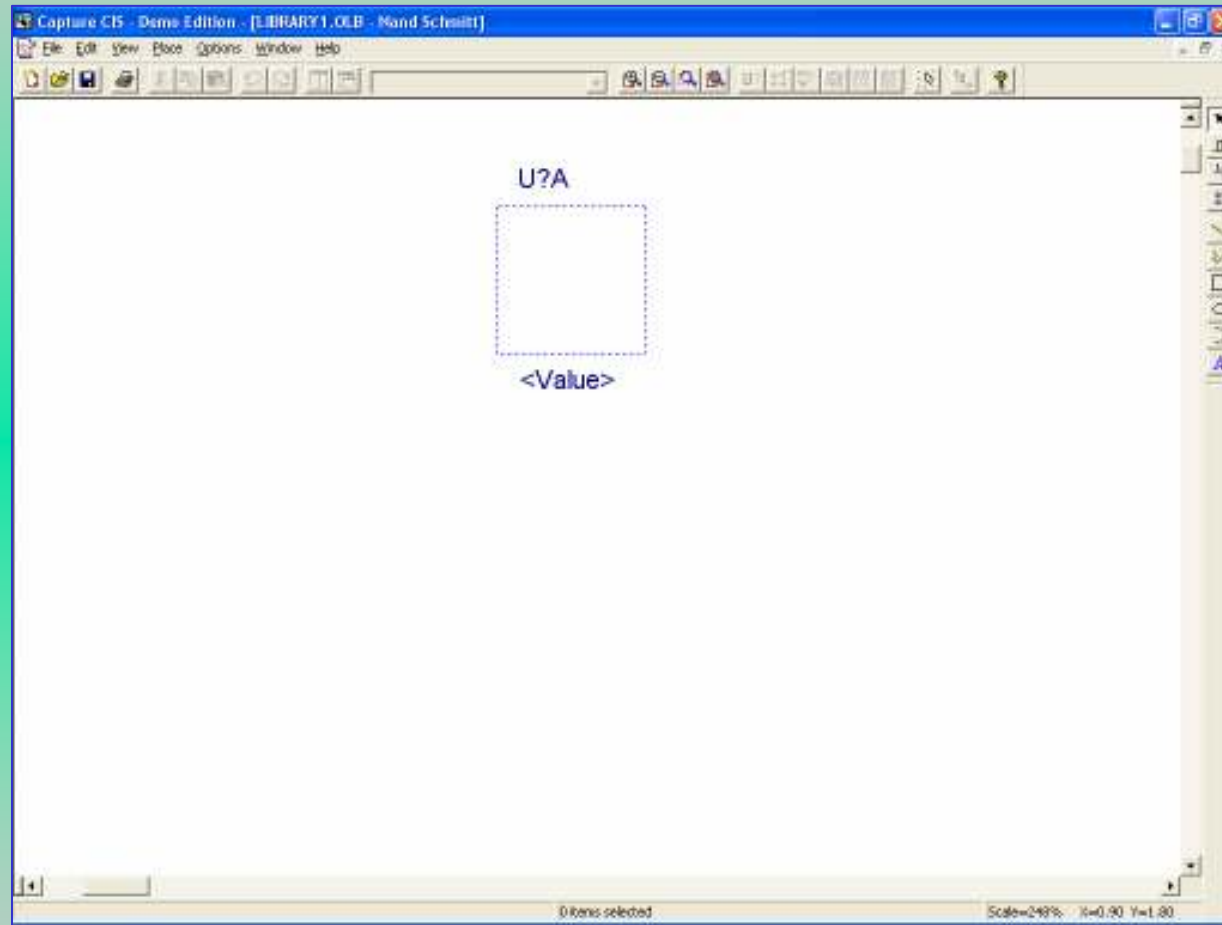
Part Aliases...

Attach Implementation...

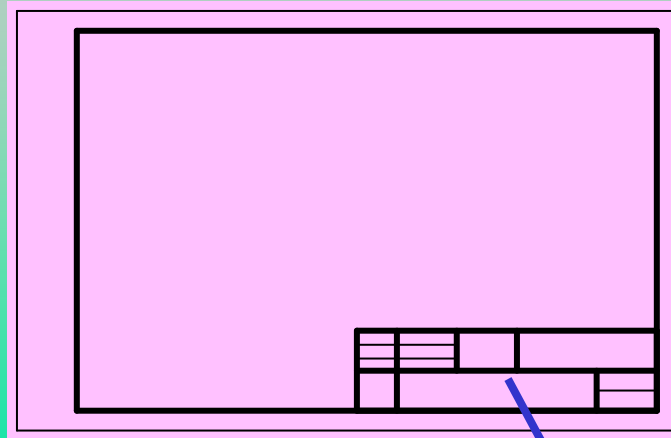
Help

C:\DOCUMENTS AND SETTINGS\ADMINISTRADOR\MIS

# EDITOR DE COMPONENTES DE CAPTURE

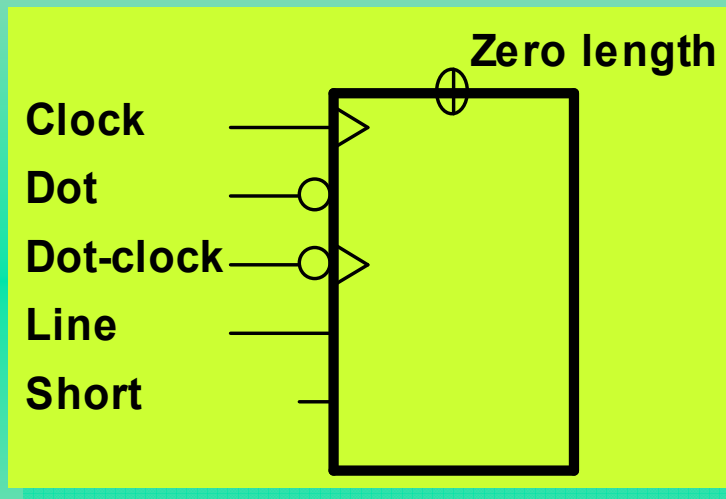


# CREACIÓN DE UN CAJETÍN PERSONALIZADO






























<b>Dibujado</b>	<Nombre>	<b>Firma</b>	IEFPS <b>ATEGORRI-TARTANGA</b> GBLHI
<b>Comprobado</b>	<Nombre1>		
<b>Fecha</b>	<dd/mm/aa>		
<b>Escala</b> <escala>	<Titulo>		<b>Grupo:</b> <Nº grupo>
			<b>Plano nº:</b> <nº>

# TIPOS DE PINES DE UN COMPONENTE



# SÍMBOLOS IEEE

	3 State		LE
	Active Low Left		NE
	Active Low Right		Non Logic
	Amplified Left		Open Circuit H-type
	Amplified Right		Open Circuit L-type
	Analog		Open Circuit Open
	Arrow Left		Passive Pull Down
	Arrow Right		Passive Pull Up
	BiDirectional		PI
	Dynamic Left		Postponed
	Dynamic Right		Shift Left
	GE		Shift Right
	Generator		Sigma
	Hysteresis		



# RESUMEN DE TAREAS PARA LA CREACIÓN DE UN COMPONENTE

1°.- Entrar en el editor.

↳ **FILE** → **OPEN** → **LIBRARY**.

2°.- Configurar y personalizar el programa.

↳ **OPTIONS** → **PREFERENCES...**

3°.- Asignar nombre, referencia, encapsulado, alias, etc., al nuevo componente.

↳ **DESIGN** → **NEW PART**

4°.- Dibujar el cuerpo del componente usando los iconos gráficos.

↳ **PLACE** → **LINE, ARC, etc.**

5°.- Colocar los pines del componente.

↳ **PLACE** → **PIN**

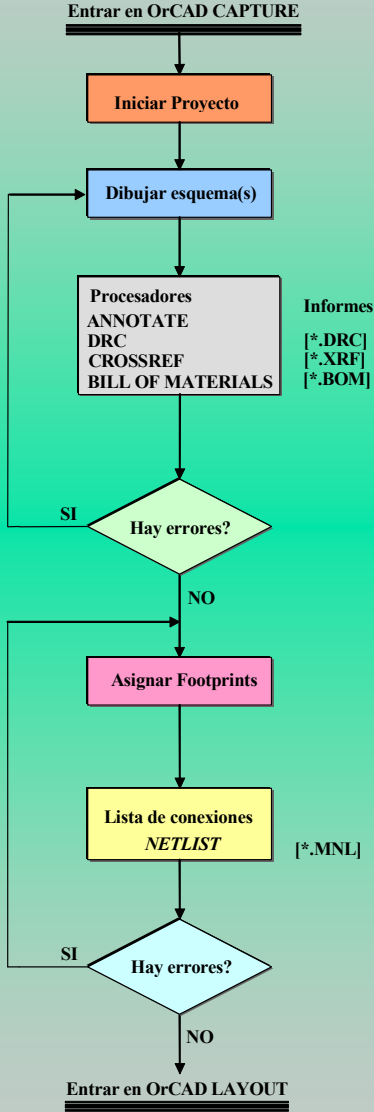
6°.- Asignar las propiedades de identificación del componente.

↳ **OPTIONS** → **PART PROPERTIES** → ...

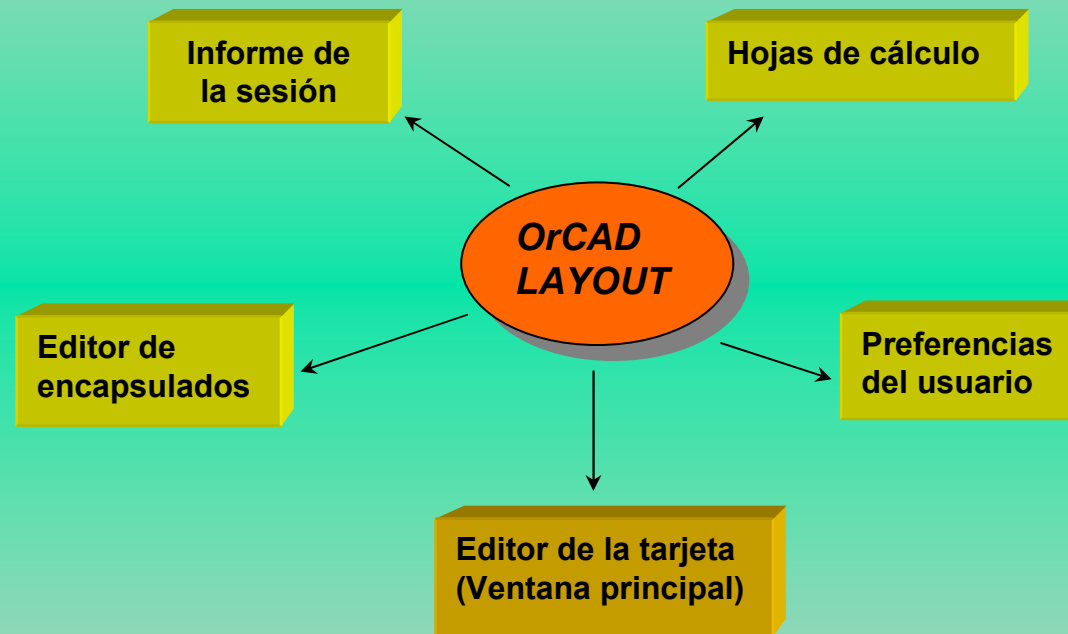
7°.- Salvar el componente en la librería.

↳ **FILE** → **SAVE**.

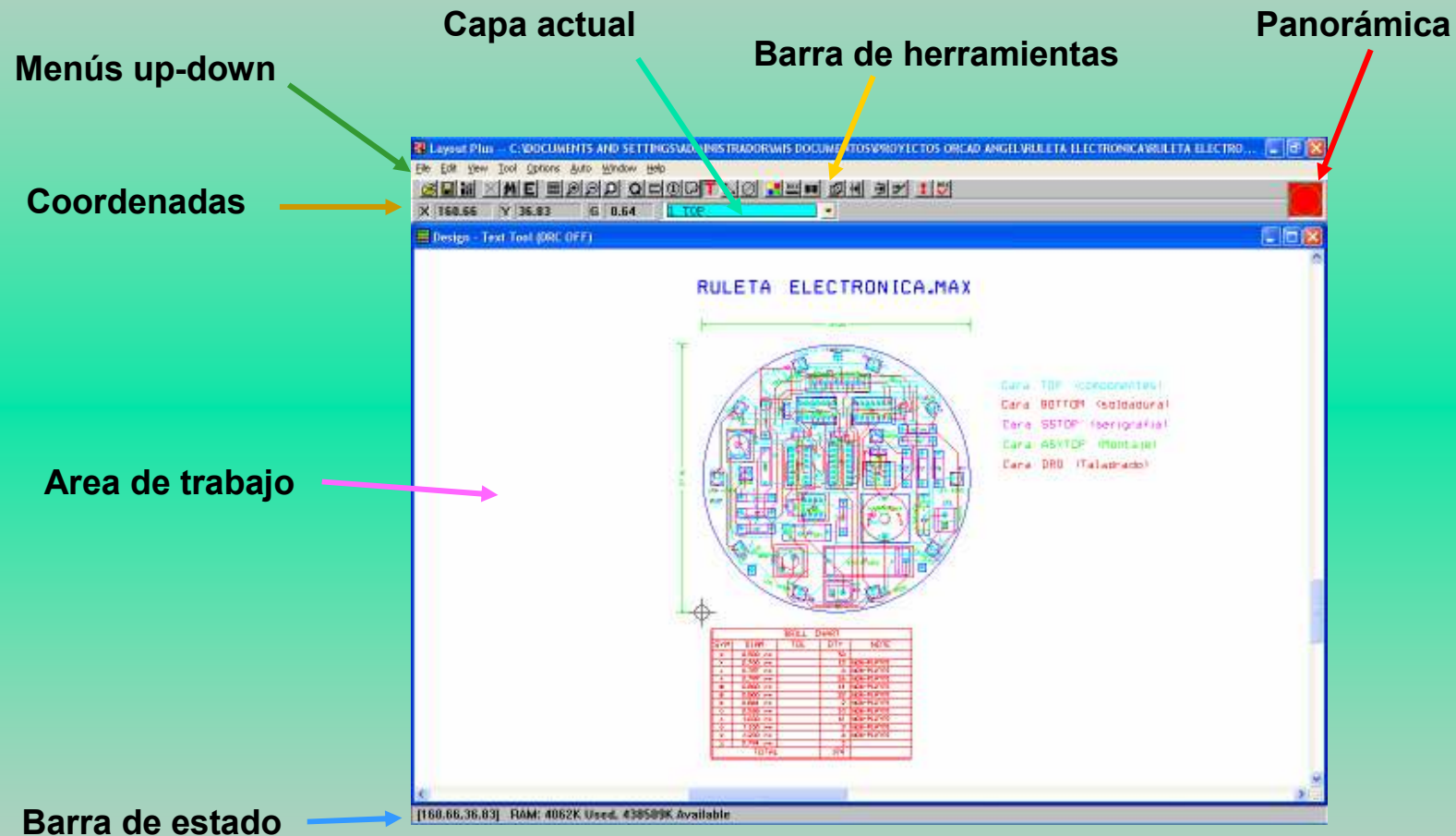
# PASO DE CAPTURE A LAYOUT



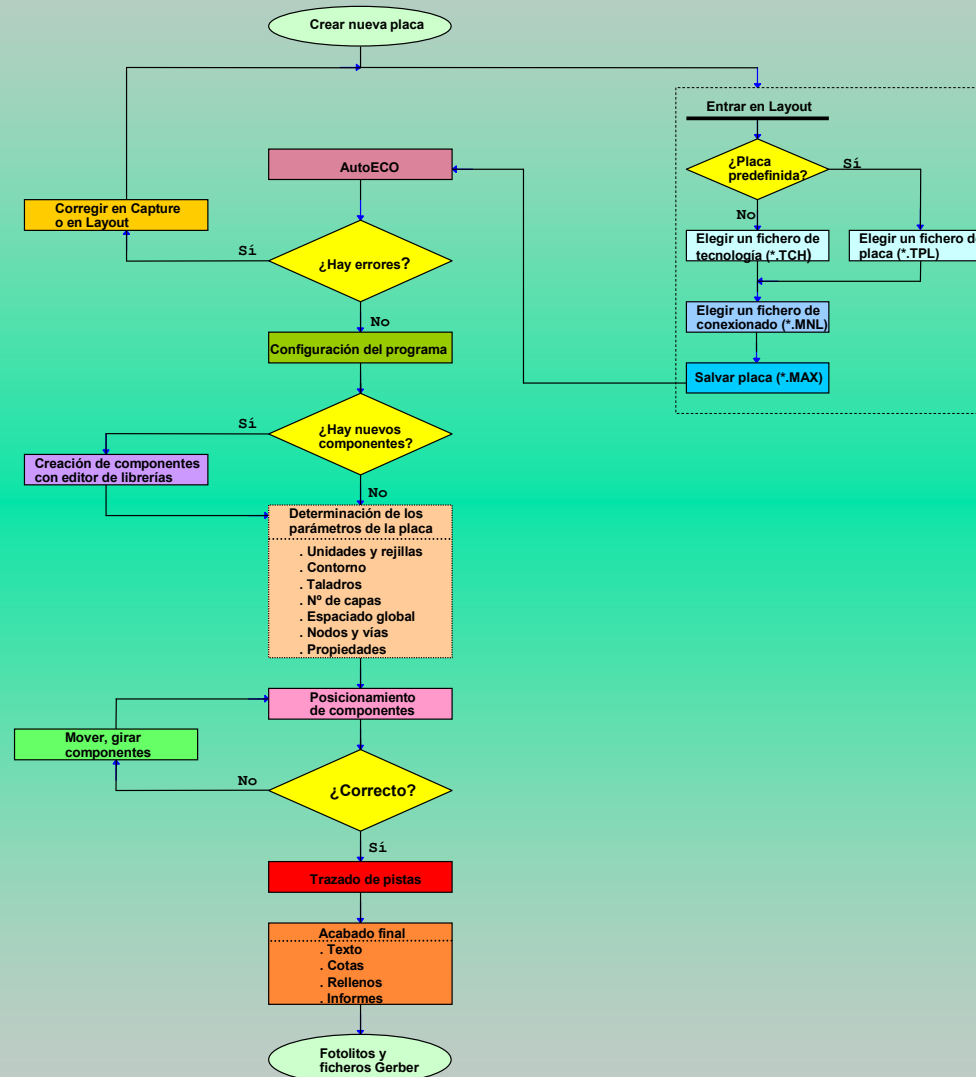
# MÓDULOS DE OrCAD LAYOUT



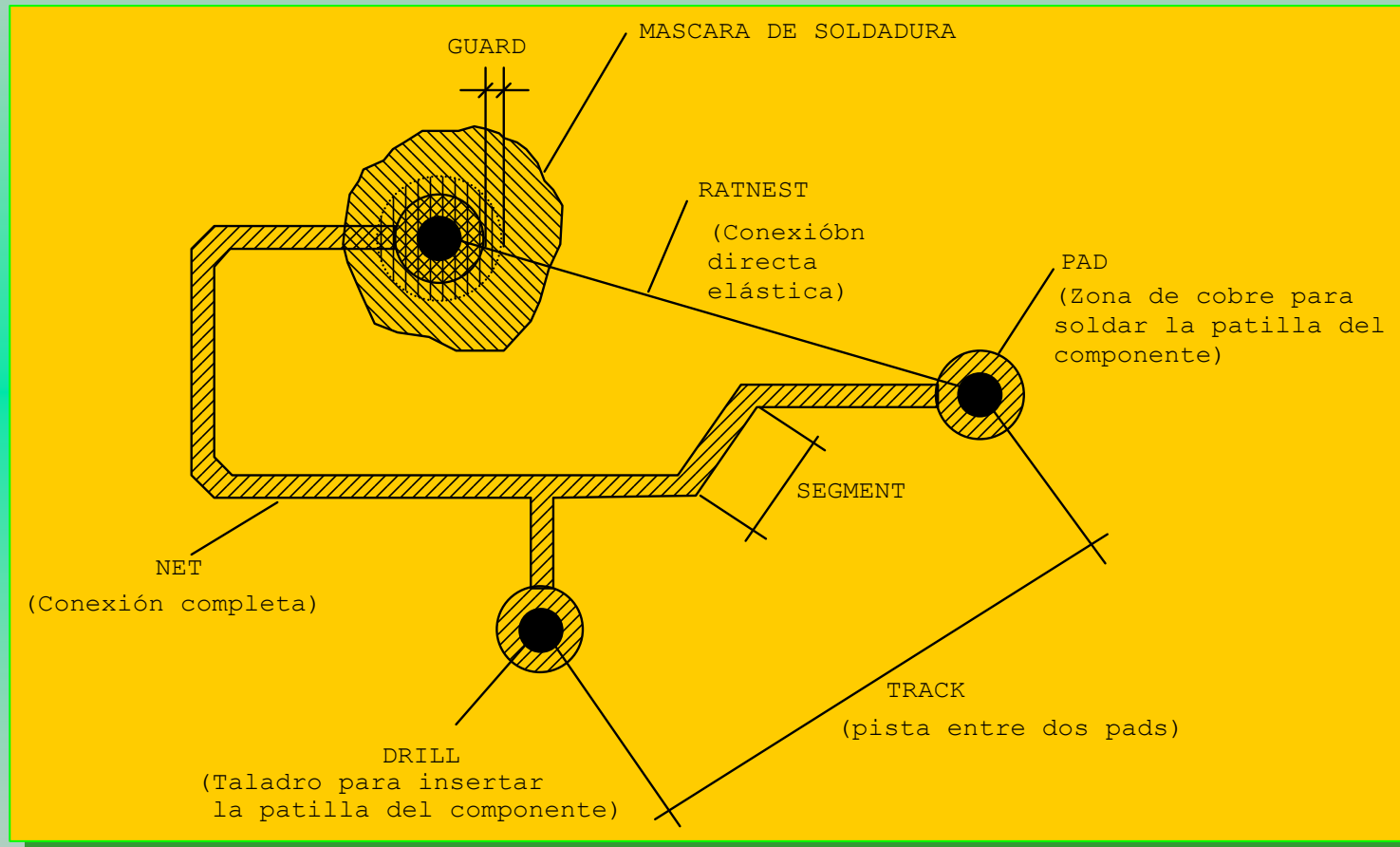
# ENTORNO DE TRABAJO de OrCAD LAYOUT



# DISEÑO DEL CIRCUITO IMPRESO



# ELEMENTOS DE LA PCB



# CONFIGURACIÓN DEL PROGRAMA

**User Preferences**

**Display Preferences**

- Enable Full Screen Cursor
- Enable AutoPan
- Use Opaque Graphics
- Use Hollow Pads
- Show 3D Effects

**Copper Pour Preferences**

- Enable Copper Pour
- Use Fast Fill Mode
- Use Pours for Connectivity

**Global Preferences**

- Activate Online DRC
- Instantaneous Reconnection Mode
- Allow Editing of Footprints

**Miscellaneous Preferences**

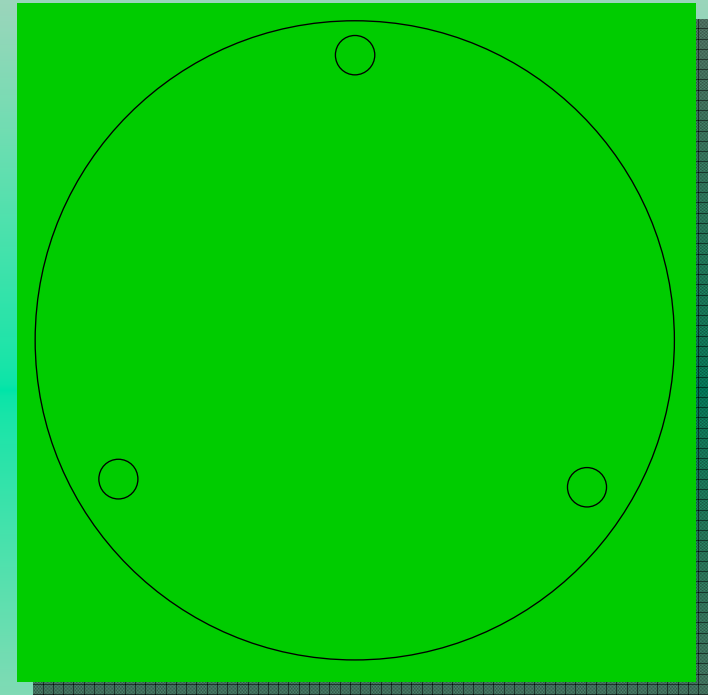
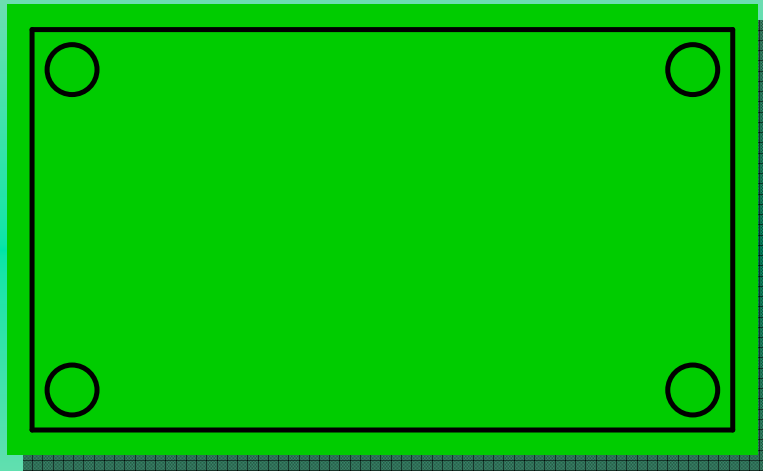
- Show Tooltips
- Activate AutoTool Select Mode

Minimum Track Width to Display:

Save User Preferences

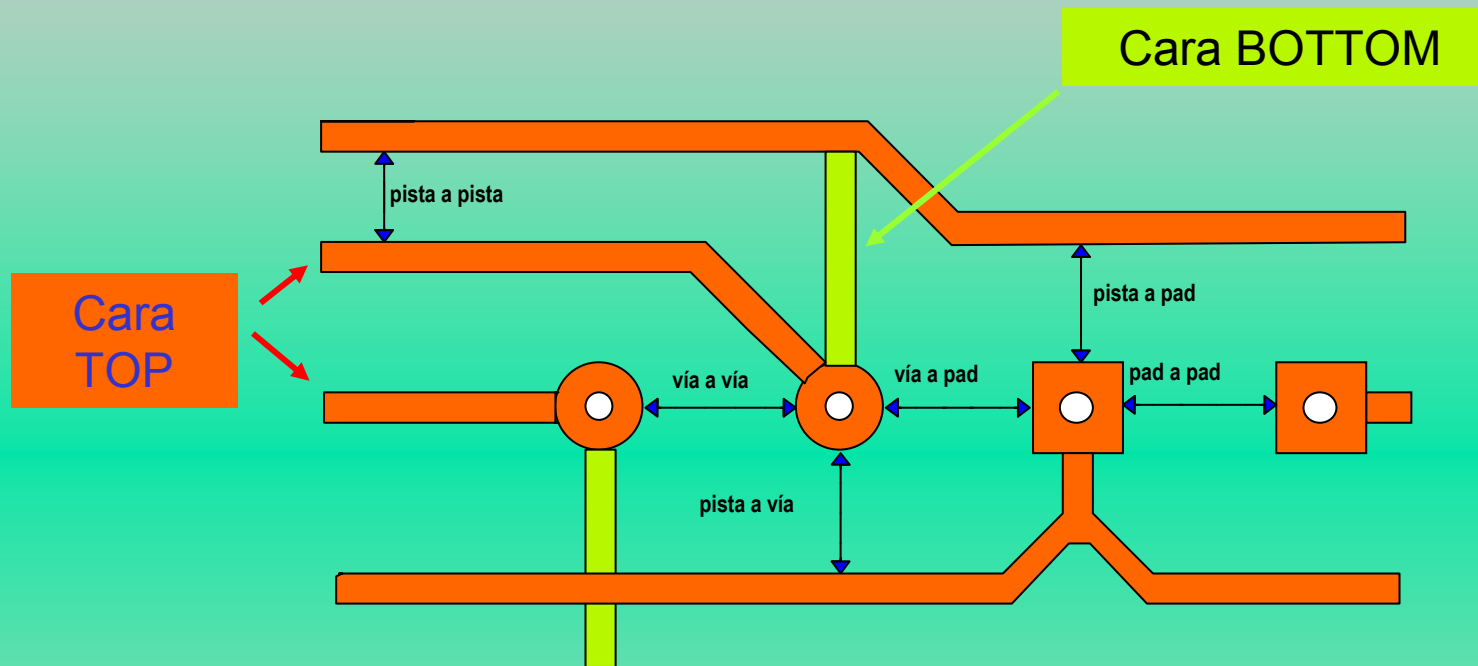
OK Help Cancel

# TALADROS DE FIJACIÓN DE LA PLACA

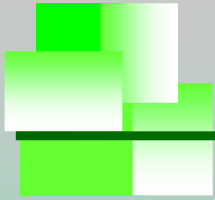




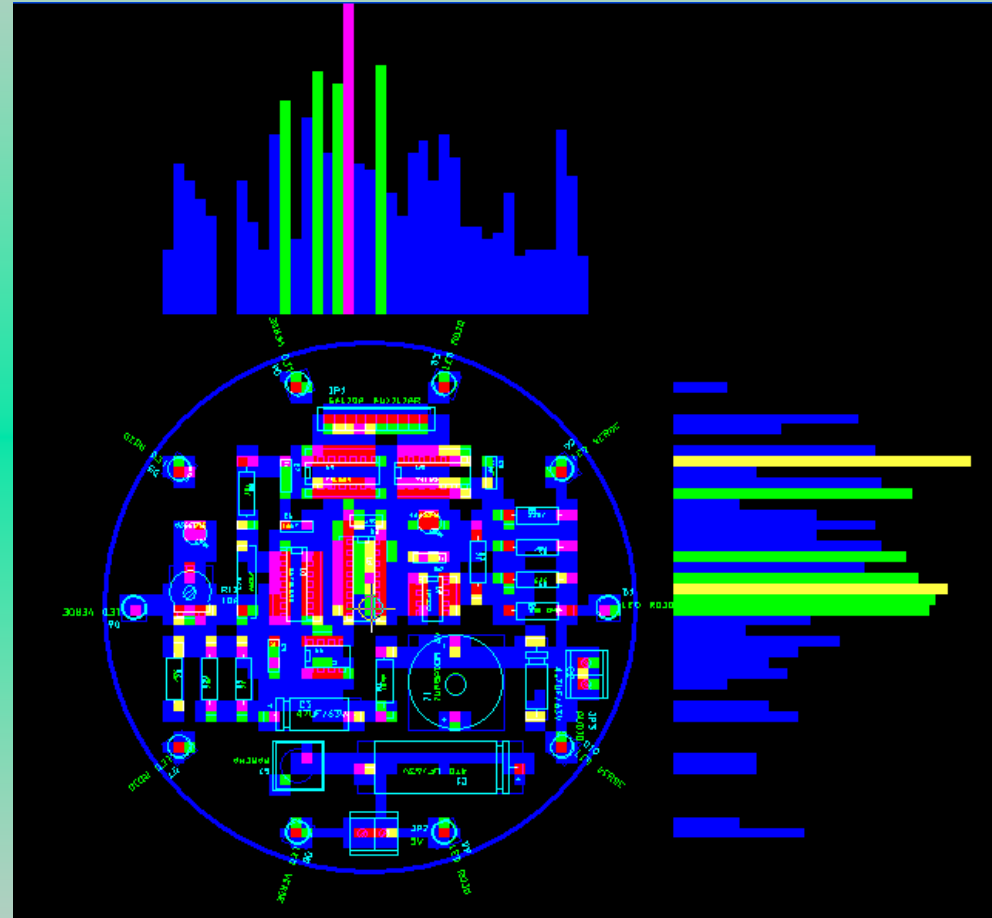
# VALORES GLOBALES DE ESPACIADO (DRC)



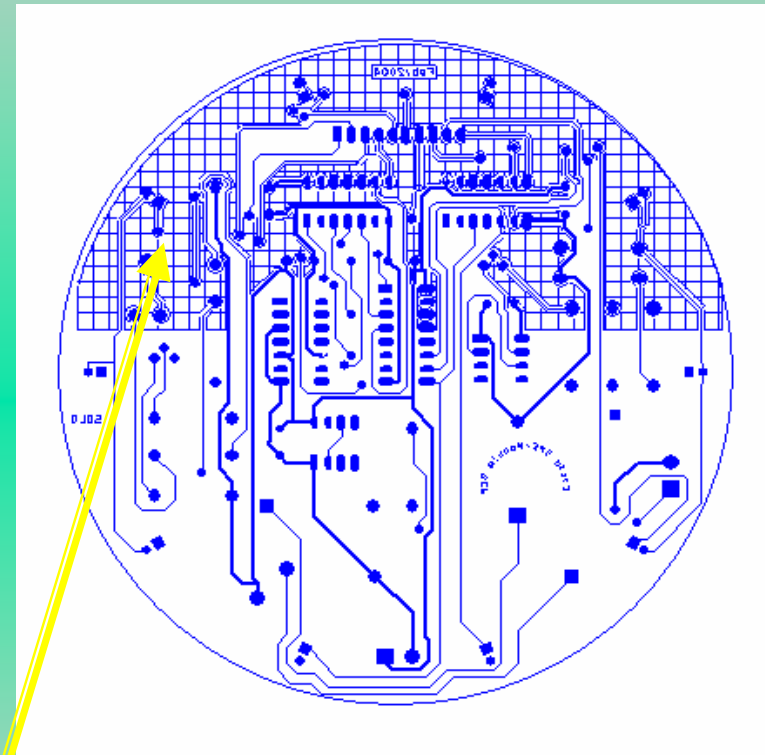
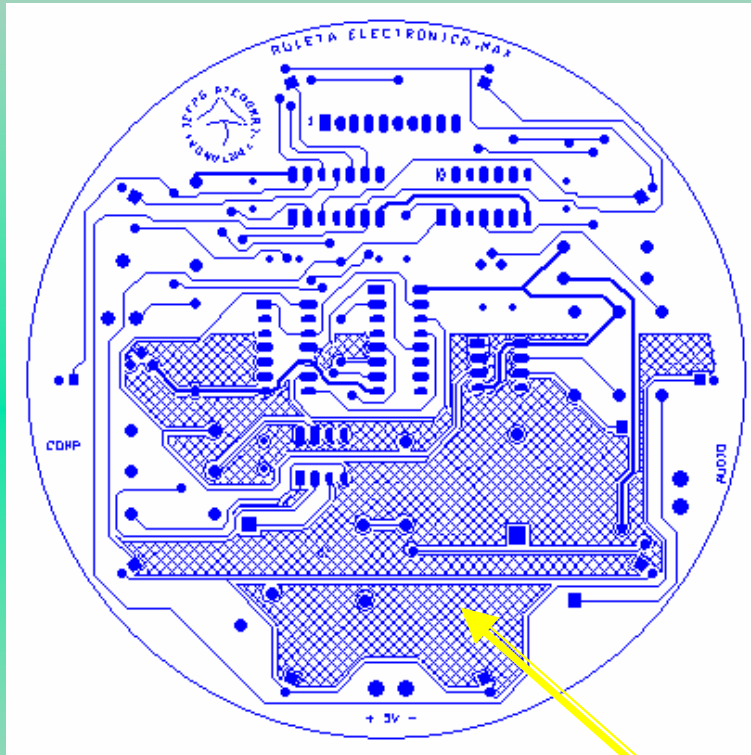
Los valores a implantar dependerán de la d.d.p. entre pistas, del proceso que utilizaremos para la fabricación (química o microfresadora) y del tipo de soldadura.



# GRÁFICO DE DENSIDADES

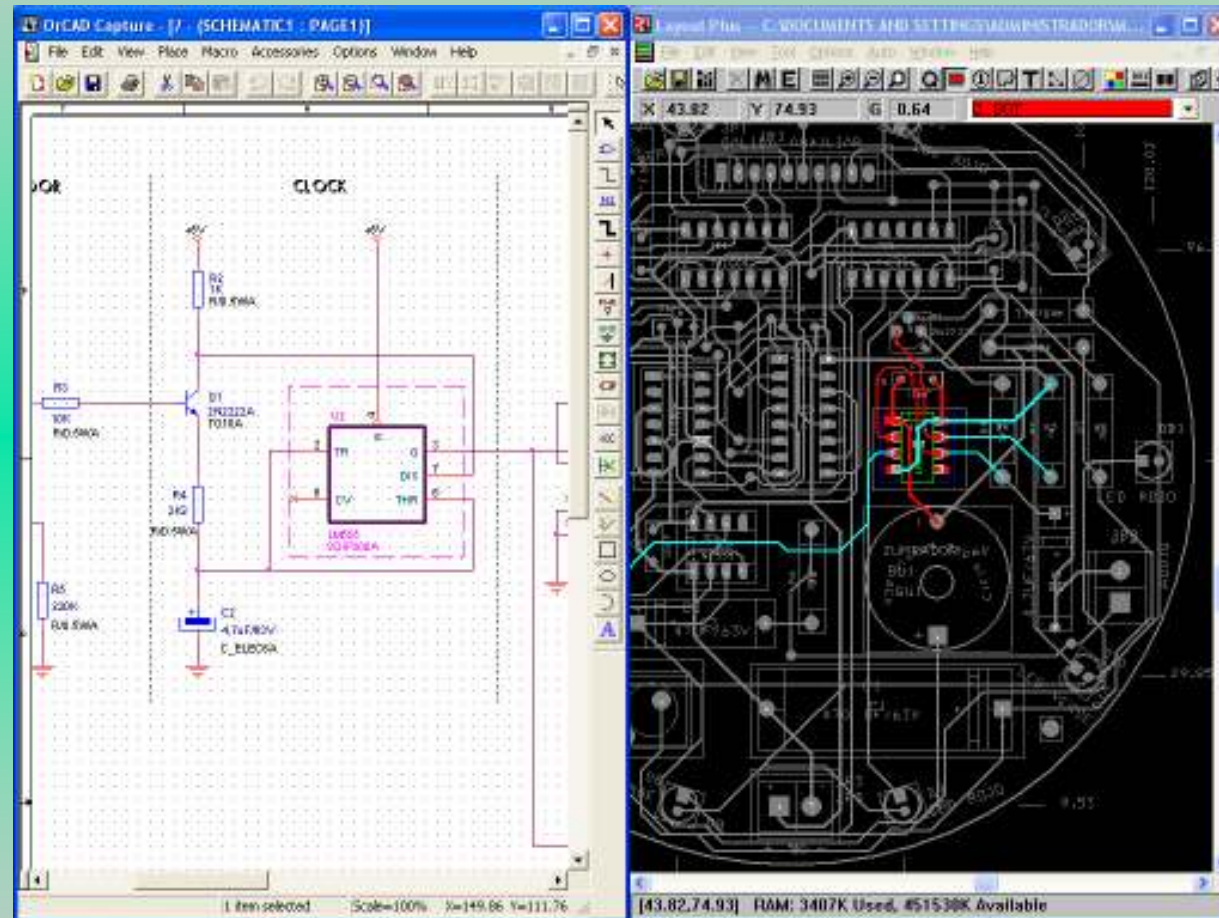


# DETALLES DEL MICROFRESADO (CAM)



Escudos EMI

# COMUNICACIÓN CAPTURE ⇔ LAYOUT



# RESUMEN DE TAREAS PARA EL DISEÑO DE PLACAS

## 1º.- Creación de la placa

Plantilla Tecnología [\*.TCH] o de placa [\*.TPL]

+

Fichero Netlist [\*.MNL]

→ AutoECO → Nueva placa [\*.MAX]

## 2º.- Configuración de los parámetros de la placa.

Unidades de medida y rejillas.

Borde de la PCB.

Nº de capas.

Espaciado global.

Formas y dimensiones de nodos y vías.

Propiedades de las conexiones.

## 3º.- Posicionamiento.

Manual, interactivo o automático.

Comprobar el posicionado.

## 4º.- Trazado de pistas.

Manual, interactivo o automático.

Limpiar y optimizar el trazado.

## 5º.- Acabado.

Texto.

Dimensiones.

Zonas de relleno.

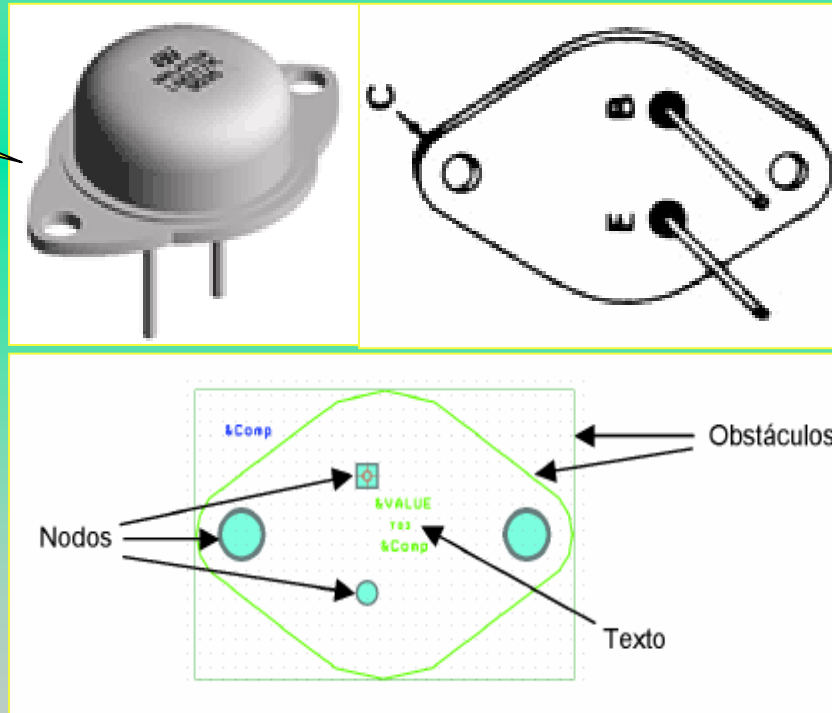
Informes. Fitolitos. Ficheros Gerber.

# FOOTPRINT (I)

Todo módulo o *footprint* consta de tres elementos:

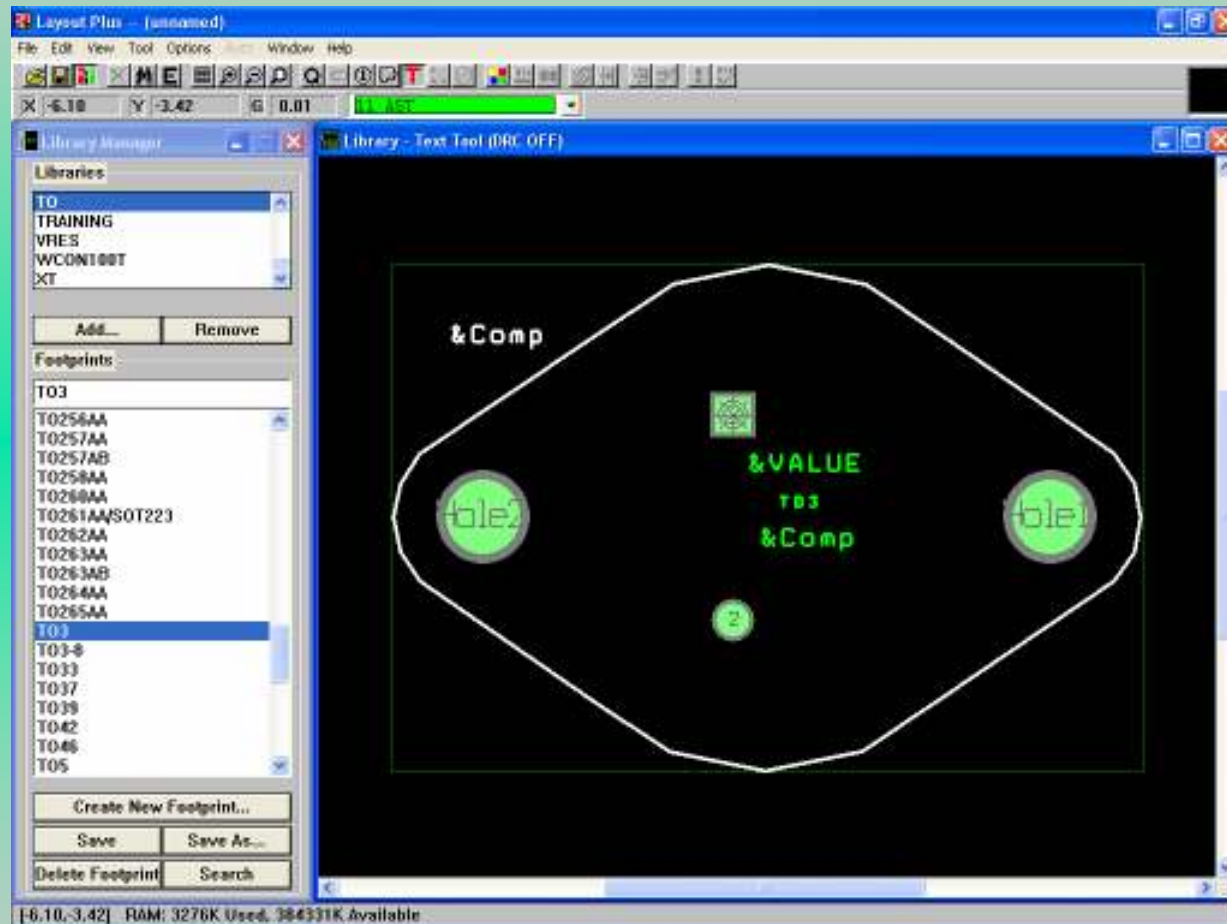
- **Nodos,**
- **Obstáculos**
- **Texto**

Componente



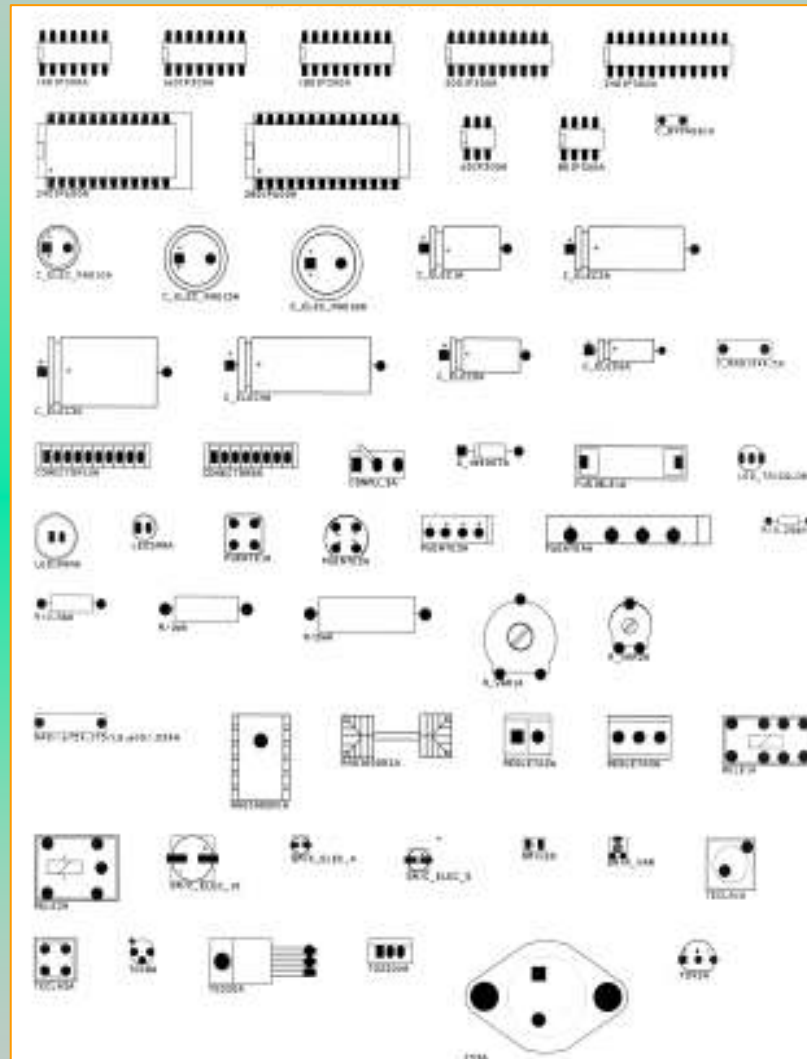
Footprint

# FOOTPRINT (II)



# FOOTPRINT (III)

## Librerías de Footprint





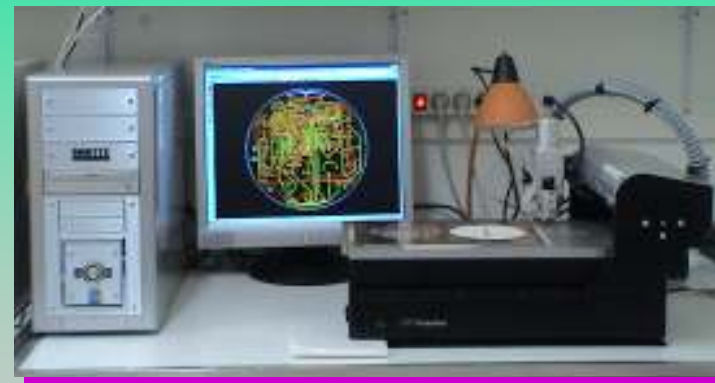
# FABRICACIÓN DE CIRCUITOS IMPRESOS

La fabricación de circuitos impresos se realiza, a nivel de prototipos y de pequeñas series, por distintos procedimientos:

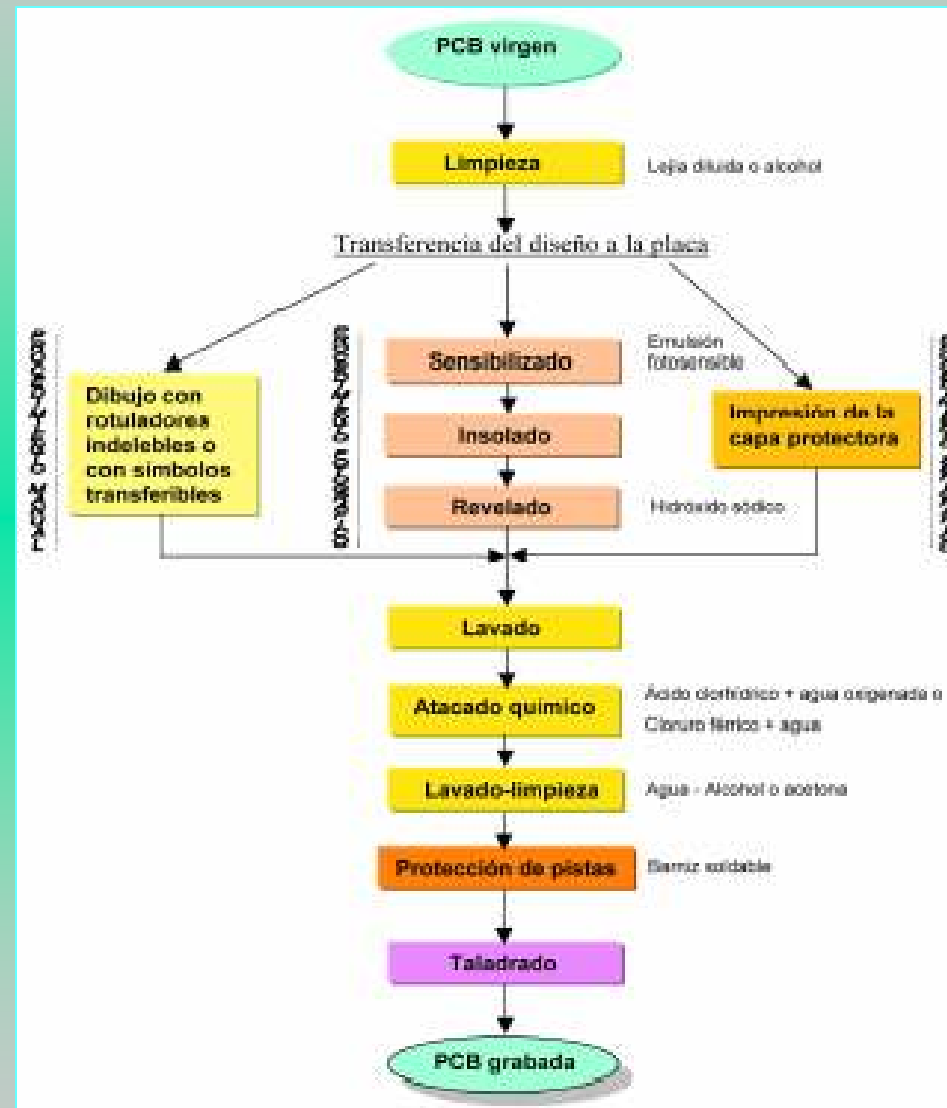


Mediante fotograbado y ataque químico

Mediante microfresado



# PROCESO PARA LA OBTENCIÓN DE LA PCB



# FABRICACIÓN QUÍMICA

## **Proceso de fabricación:**

- ↪ Generación de los fotolitos.
- ↪ Insolado de la placa virgen.
- ↪ Revelado.
- ↪ Atacado.
- ↪ Taladrado y montaje de componentes.

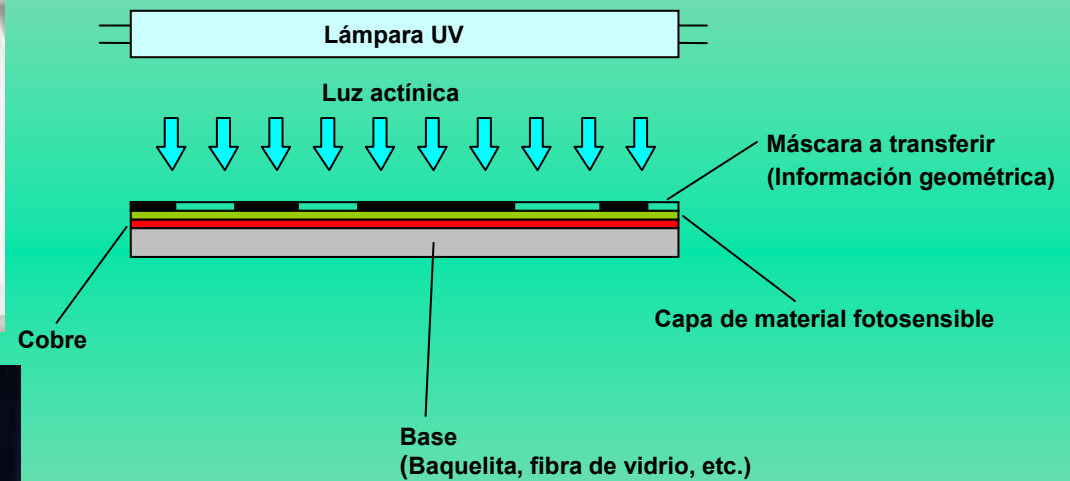
# GENERACIÓN DE LOS FOTOLITOS

Los fotolitos son proporcionados por el programa OrCAD LAYOUT.  
Actúan como máscaras fotográficas con el objeto de grabar el mapa de pistas sobre la placa de cobre virgen.



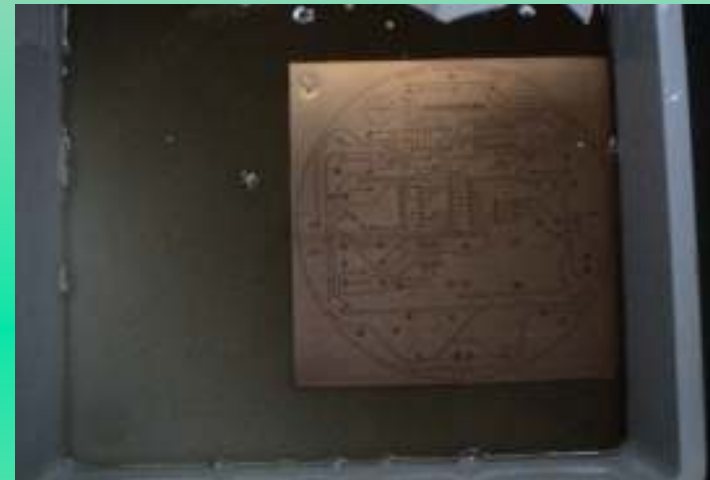
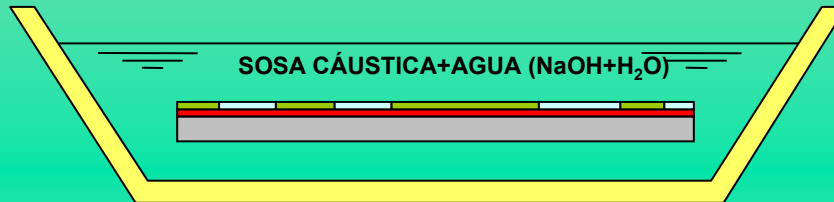
Mesa de luz

# INSOLADO DE LA PCB



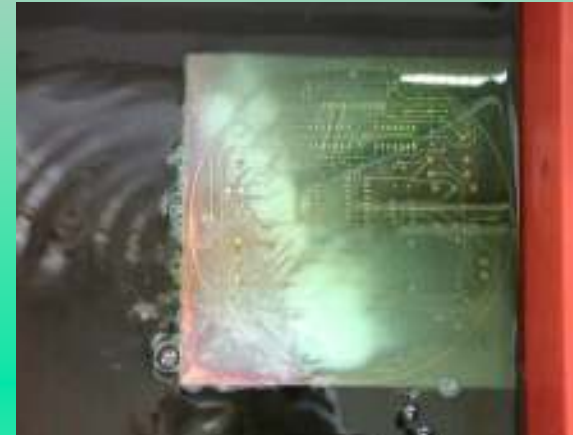
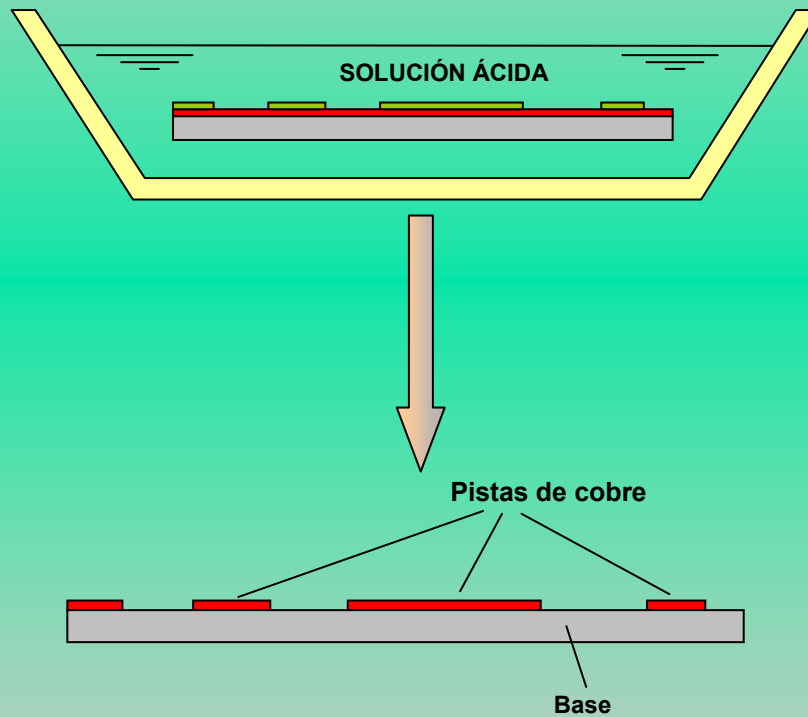
Debilita las zonas donde se requiere eliminar el cobre

# REVELADO DE LA PCB



Se elimina la película fotosensible que previamente ha sido debilitada en el insolado.

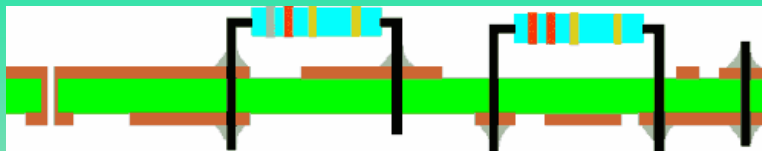
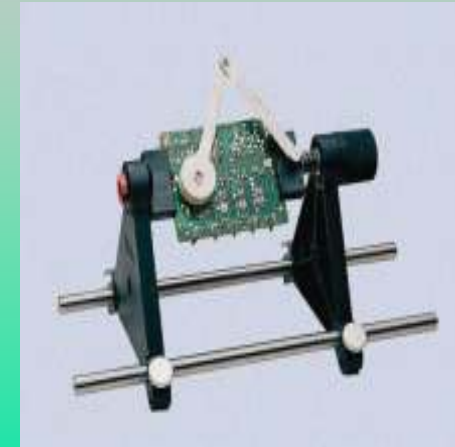
# ATACADO DE LA PCB



Se elimina el cobre no protegido por la película fotosensible

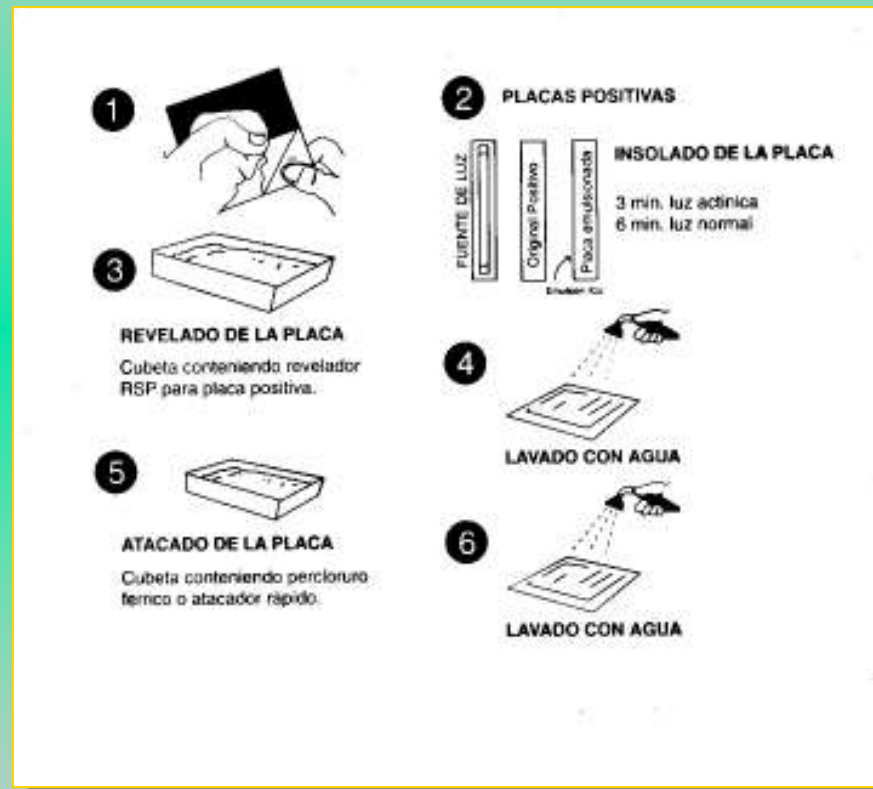
# TALADRADO Y MONTAJE DE LA PCB

Taladramos la placa, insertamos los componentes y los soldamos.



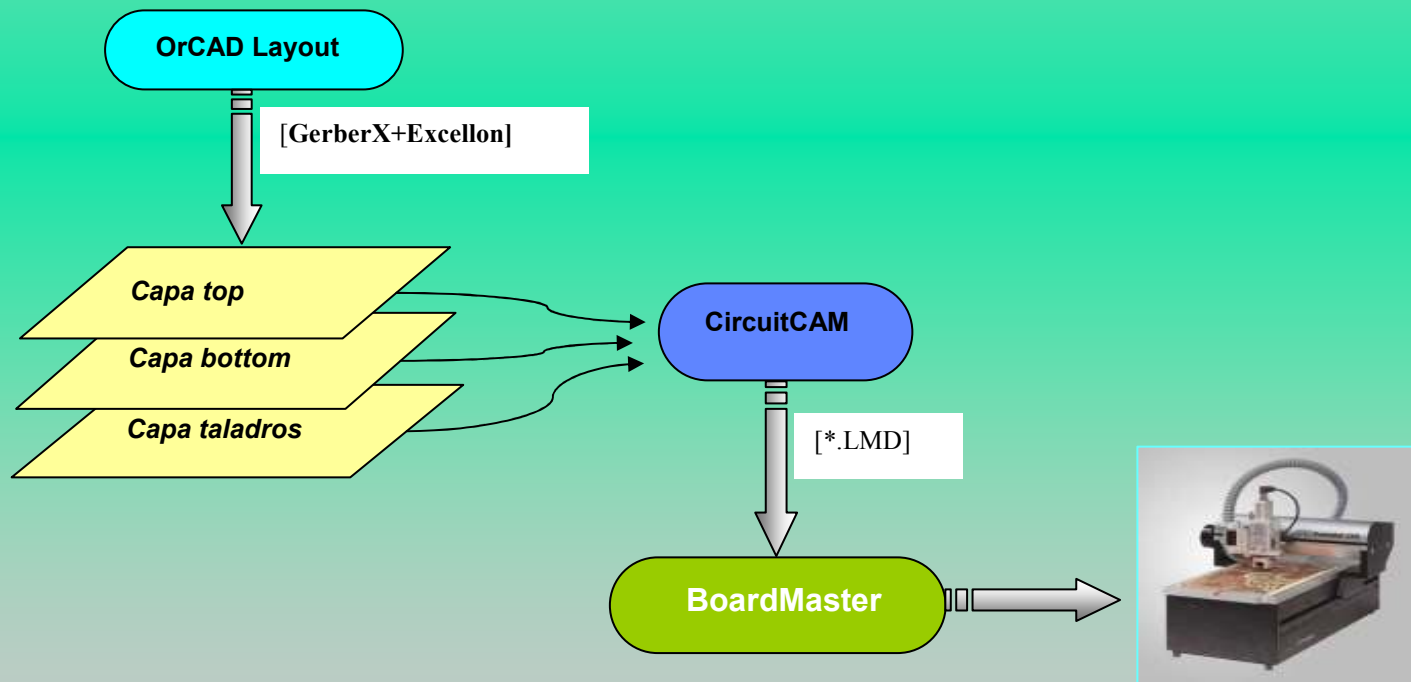


# RESUMEN DEL PROCESO QUÍMICO



# FABRICACIÓN EN SECO

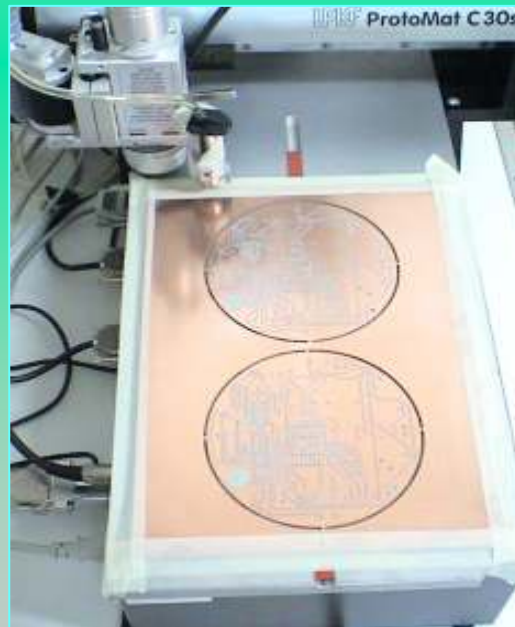
Consiste en aislar las pistas del resto del cobre circundante mediante el fresado de su contorno lateral. Este sistema no hace uso de fotolitios ni ácidos, emplea en su lugar microfresadoras de control numérico y sistemas CAD-CAM que procesan la información de los archivos Gerber y Excellon para el mecanizado automático.



# SECUENCIA DE TRABAJO

*La secuencia de trabajo para una tarjeta de doble cara será:*

- ↪ Fresado (*milling*) de la cara de soldadura.
- ↪ Taladrado (*drilling*) de la cara de soldadura.
- ↪ Dar la vuelta a la placa virgen (giro de 180° sobre el eje de simetría).
- ↪ Fresado de la cara de componentes (serigrafía si fuera de una cara).
- ↪ Fesado del contorno (*cutting*).



# TIPOS DE HERRAMIENTAS



- ① Fresa universal.
- ② Micro fresa.
- ③ Fresa RF.
- ④ Fresa de doble hoja.
- ⑤ Broca espiral (0,3 ÷ 3 mm)
- ⑥ Fresa de corte de contorno.
- ⑦ Fresa doble hoja para corte de aluminio.

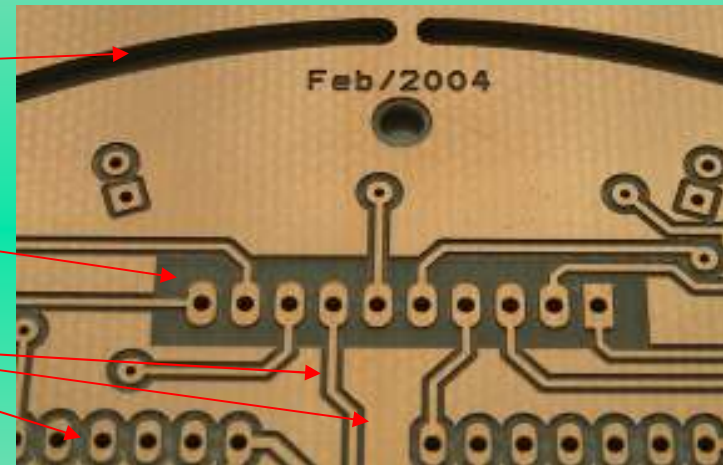


# DETALLES DEL MICROFRESADO (CAM)

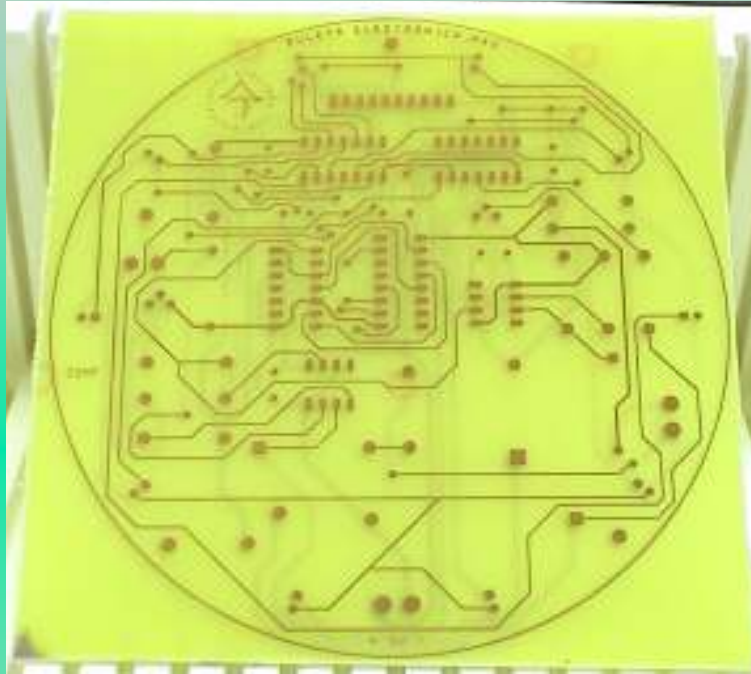
Fresado de contorno

Fresado Rubout

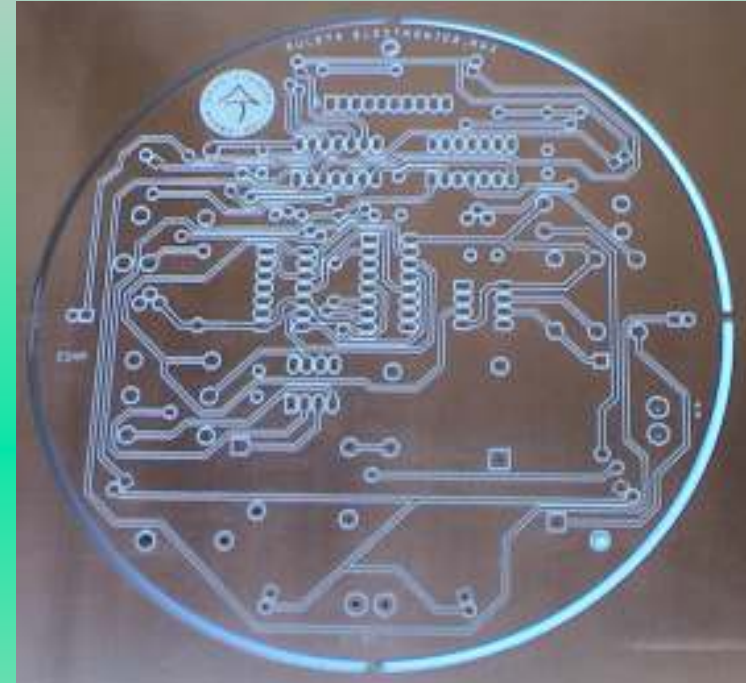
Fresado de aislamiento



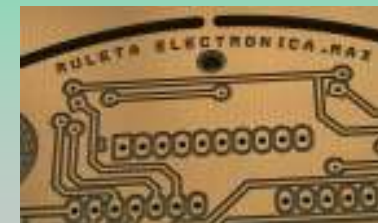
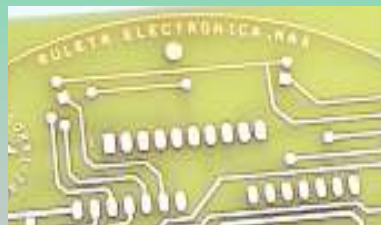
# RESULTADOS FINALES DE AMBOS MÉTODOS



Procedimiento Químico

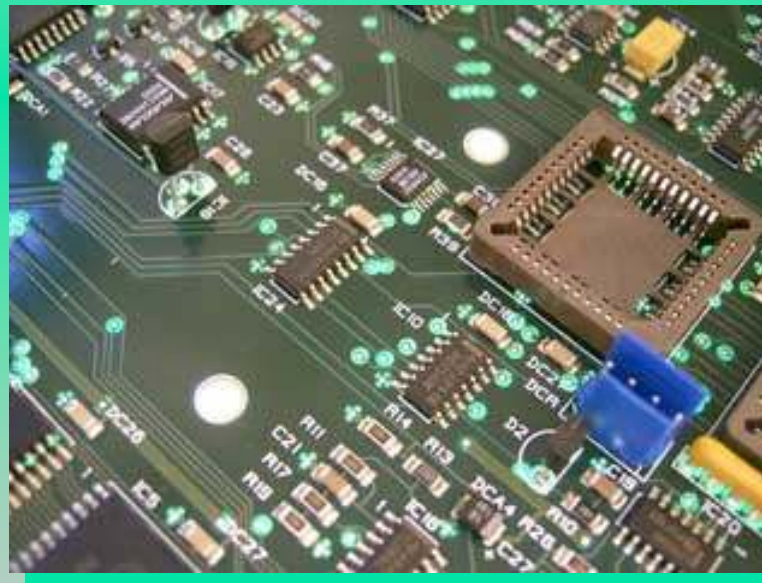


Procedimiento Seco

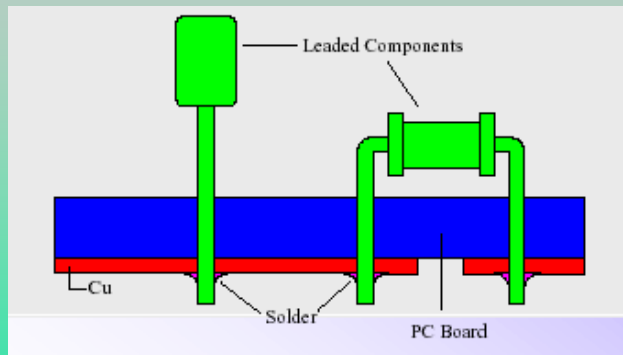


# PCB

Sabemos que una **placa de circuito impreso** o PCB (*Printed Circuit Board*) es un soporte físico para componentes electrónicos que permite, además, su interconexión eléctrica. Dicho soporte está realizado a partir de una plancha de material aislante que lleva adherida, en una o en sus dos caras, una fina película de cobre.

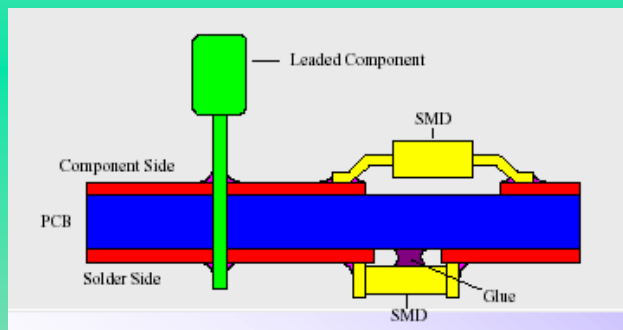


# TIPOS DE PCB



## ■ Simple cara.

Componentes (THD o SMD) en cara top y pistas en bottom.



## ■ Doble cara.

Componentes THD en cara top, SMD en top/bottom y pistas en top y bottom.



## ■ Multicapa.

Capas internas y planos de alimentación y masa.



# TIPOS DE PCB

## Tipos de substrato:

CEM3  
FR4 (Resina de fibra de vidrio)  
FR5  
Teflón  
Poliamida

## Espesor del cobre:

18 micras  
35 “  
70 “

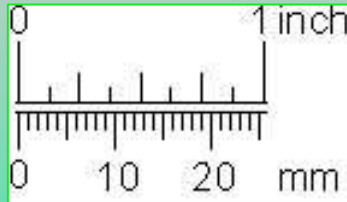
Las PCB más comunes tienen 1,6 mm de espesor y una fina película de cobre de 35 micras.

# PCB FLEXIBLE



Se utilizan como sistemas de cableado para establecer conexiones eléctricas entre partes de un equipo electrónico.

# UNIDADES



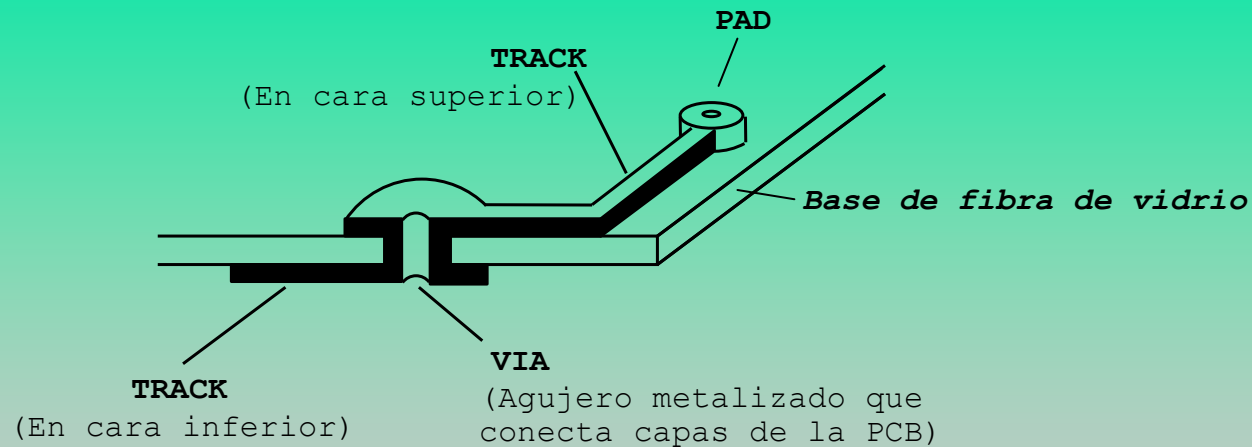
**1 pulgada (inch) = 1" = 25.4 mm**

1 MIL = 1/1000 pulgadas = 25.4/1000

1 MIL = 0,0254mm

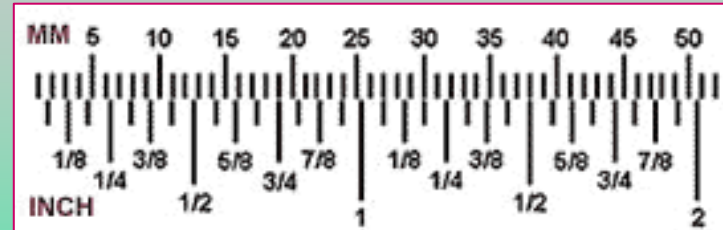
Ejemplo:

Track de 25 mils = 25 x 0,0254 = 0,635 mm



# UNIDADES

EXACT MEASUREMENT		
INCHES	MILS	MILLIMETER
.2"	200mils	5.08mm
.1"	100mils	2.54mm
.05"	50mils	1.27mm
	39.3mils	1.00mm
	31.5mils	0.8mm
	25.6mils	0.65mm
	25.0mils	0.636mm
	19.7mils	0.5mm
	15.7mils	0.4mm
	11.8mils	0.3mm

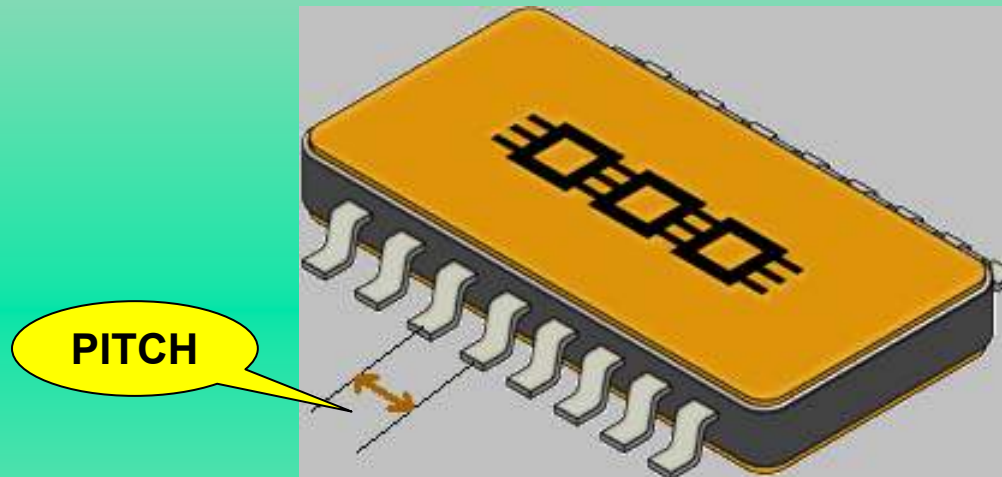


Hay que tener cuidado en las conversiones y ajustarse a las medidas reales.

Por ejemplo, no se debe dar por bueno decir que 25 mils equivalen a 0,6 mm. o que 0,5 mm corresponden a 20 mils.

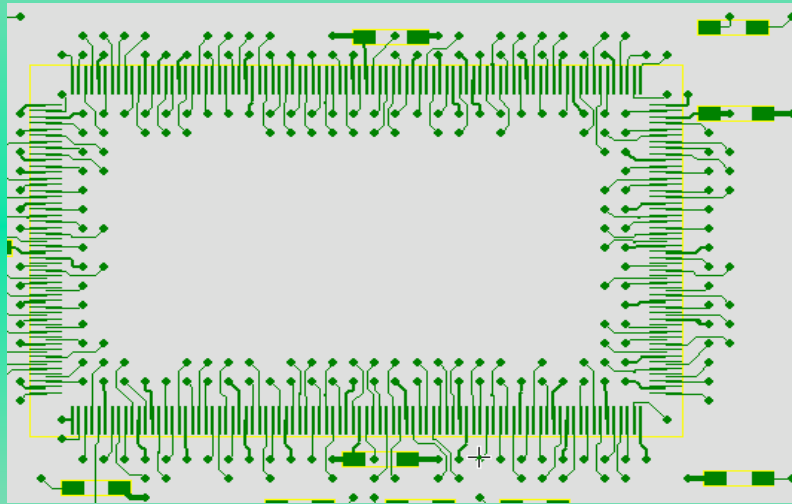
# ¿QUÉ ES EL PITCH?

Es la **distancia** –paso– entre los centros de dos terminales contiguos de un componente.



- En THD el paso típico es de 2,54 mm.
- En SMD el paso estándar es de 1,27 mm.
- Por debajo de 0,635 mm se denomina **Fine Pitch** o paso fino.

# ¿QUÉ ES FAN-OUT?



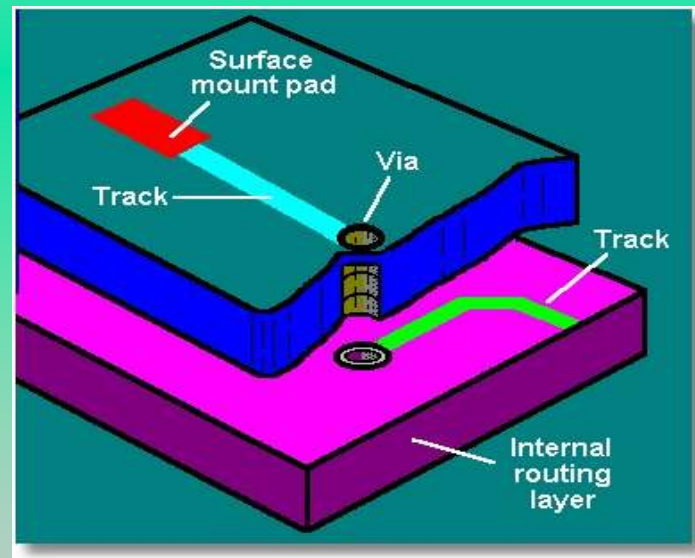
## Salida en abanico.

- Técnica usada en c.i. SMD de muchos pines.
- Cada land se asocia a una vía para iniciar el trazado.

# ¿QUÉ SON LAS VÍAS?

Son taladros metalizados cuya misión es unir pistas situadas en distintas capas.

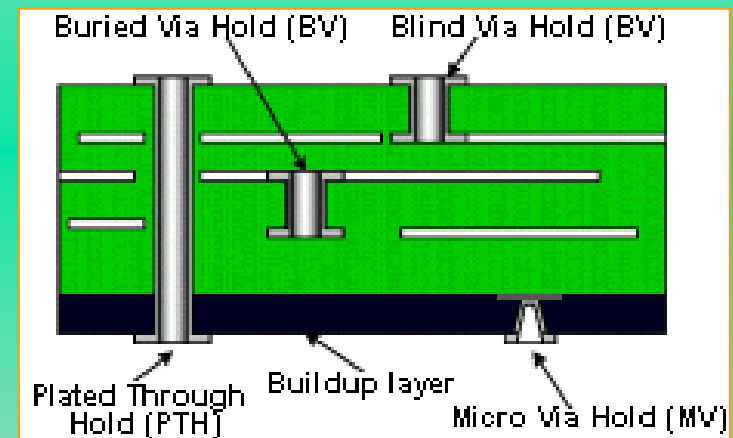
Se emplean en las tarjetas de dos o más caras y nunca deben ser utilizadas para la inserción de los terminales de componentes.



# TIPOS DE VÍAS

Dependiendo de la complejidad del diseño, las tarjetas multicapa incorporan los siguientes tipos de vías:

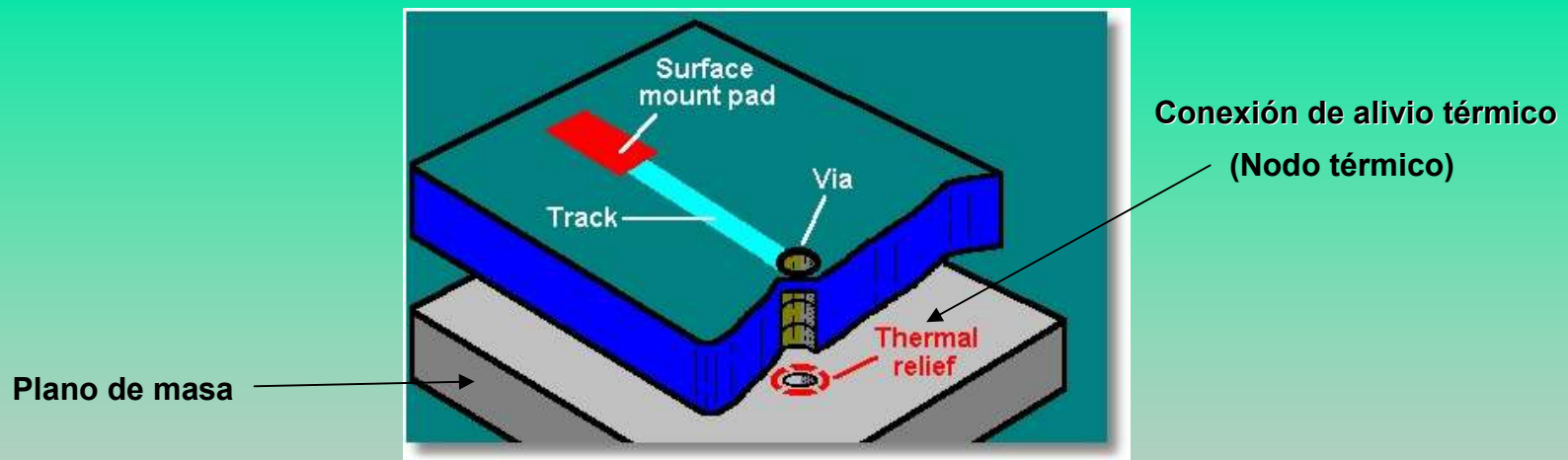
- **Vía pasante** (*Through-hole via*).  
Conecta las dos capas externas entre sí y, a veces, con algunas internas.
- **Vía enterrada** (*Buried via*).  
Conecta capas internas.
- **Vía ciega** (*Blind via*).  
Conecta una capa externa –*top* o *bottom*– con alguna(s) interna(s).
- **Microvía** (*Micro via*).  
Se realiza mediante tecnología láser. Puede llegar a conectar varias capas y facilita altísimos niveles de integración.



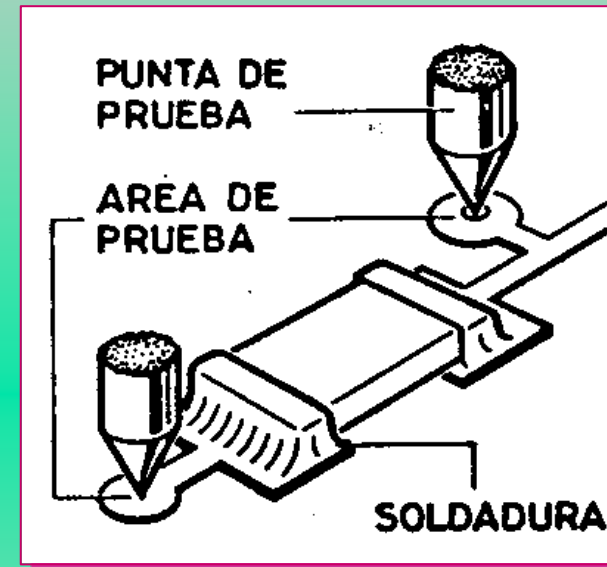
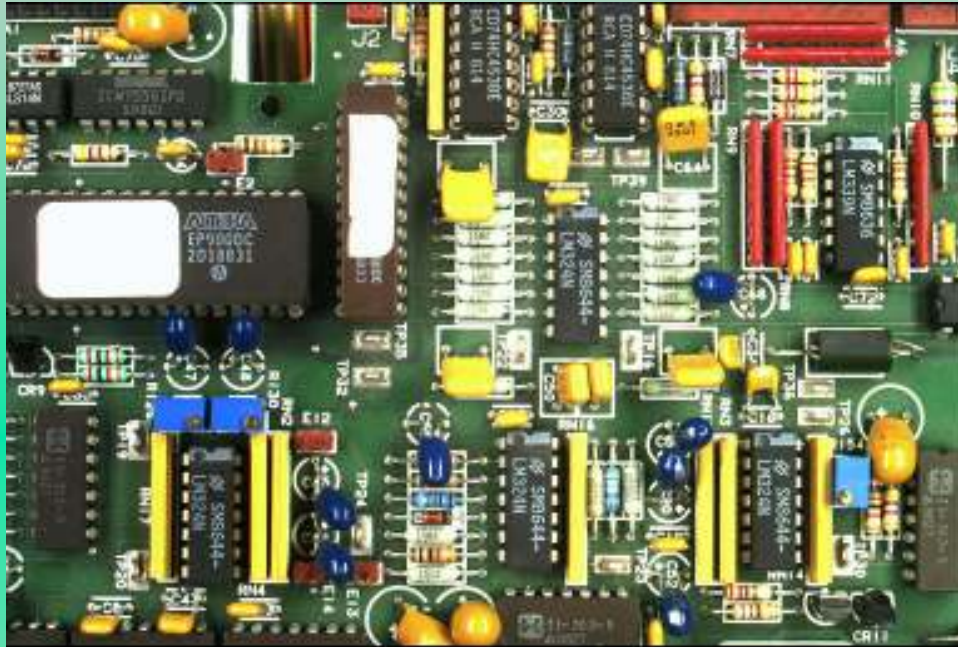


# ¿QUÉ SON LOS NODOS TÉRMICOS?

Los **nodos térmicos** (*Thermal reliefs*) se emplean en las PCB multicapa para establecer el contacto entre las conexiones de positivo y negativo de cualquier capa con los planos de alimentación y masa respectivamente. También se usan en las zonas de relleno de cobre.



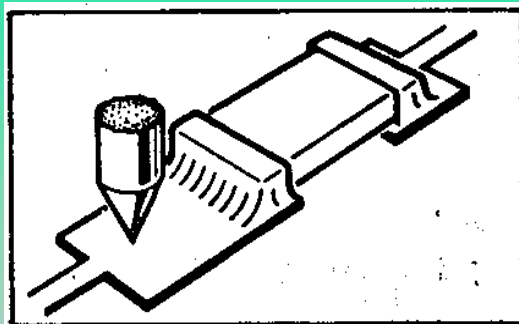
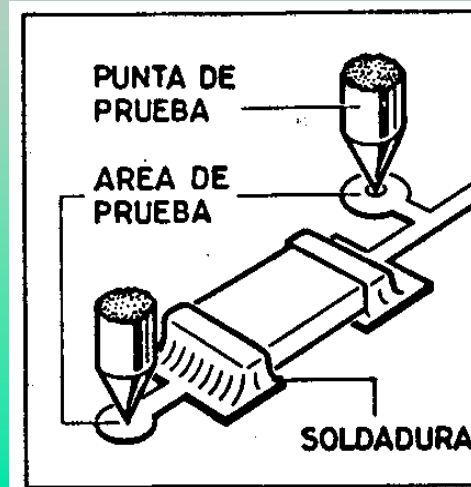
# ¿QUÉ SON LOS TEST POINT?



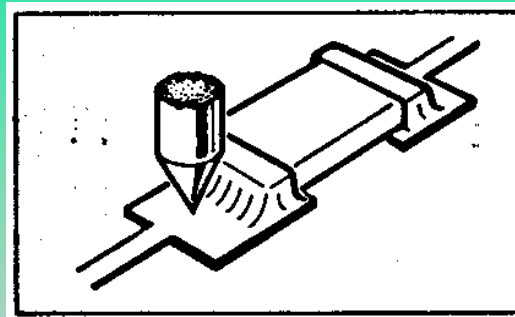
La densidad a la que se ha llegado obliga a tomar muchas precauciones en la comprobación de circuitos montados con SMD. Una de ellas consiste en crear **áreas de prueba** específicas (*test point*) en el circuito impreso para no acercar excesivamente las sondas a los componentes

# TEST POINT

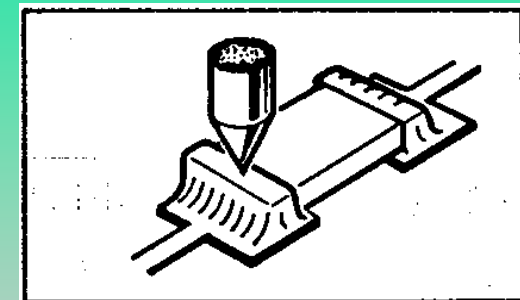
Ideal



Aceptable (por ola)



Crítico (por Ola)



Prohibido

# ¿QUÉ ES LA DIAFONÍA?

## Diafonía

Efecto de acoplamiento y perturbación entre dos señales que se solapan o acoplan debido a la cercanía de las pistas por donde transcurre la señal. Puede ser:

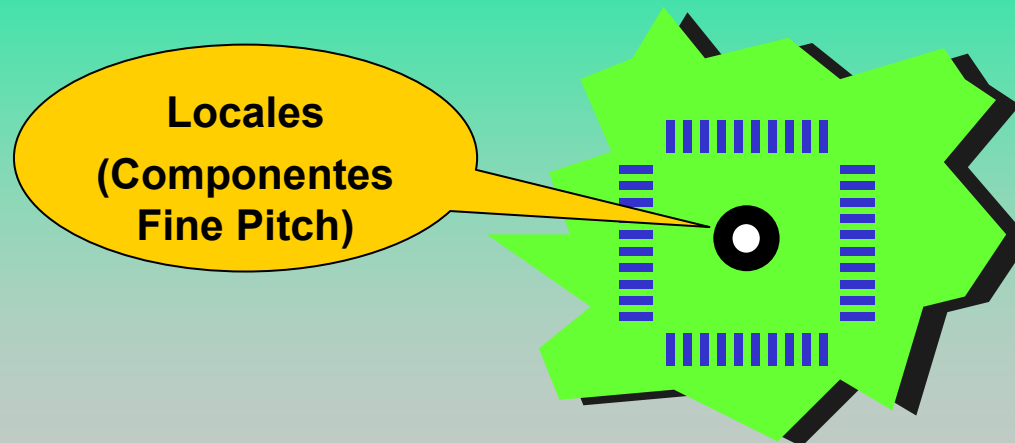
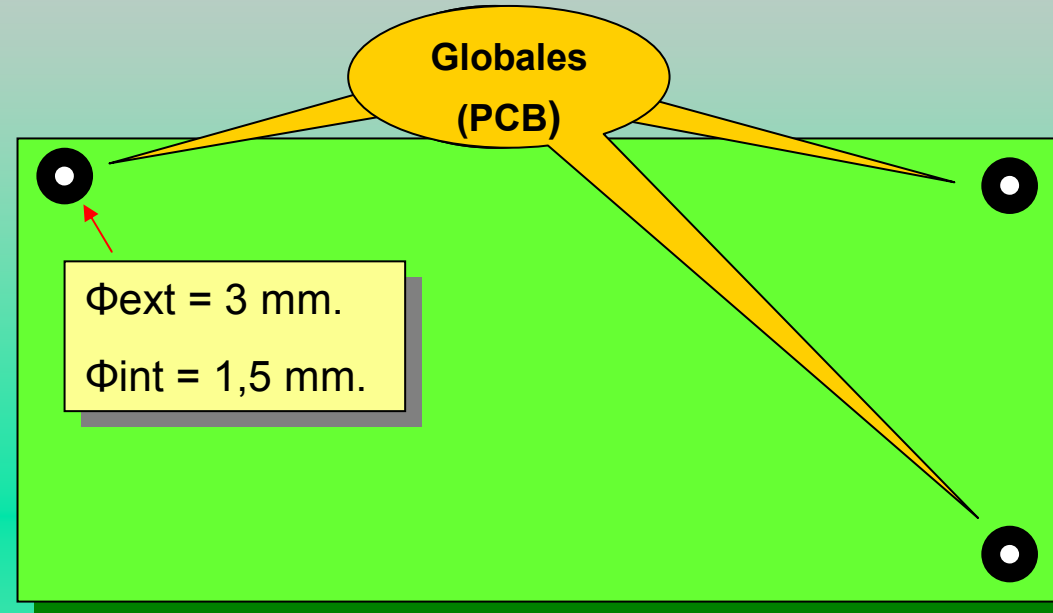
**Capacitiva**, cuando se da un incremento excesivo de la capacidad entre pistas y produce un acoplamiento de tensiones originando un pico de corriente transitoria.

**Inductiva**, como consecuencia del acoplamiento magnético entre bucles de corriente que origina un pico de tensión transitoria.

Se evita:

- Con pistas de anchura  $>0,5$  mm.
- Usando PCBs de fibra de vidrio de baja cte. dieléctrica.
- Separando las pistas de reloj de las de señal de control.
- Reduciendo la longitud común entre pistas paralelas y aumentando su separación.
- Separando las pistas digitales de las analógicas.

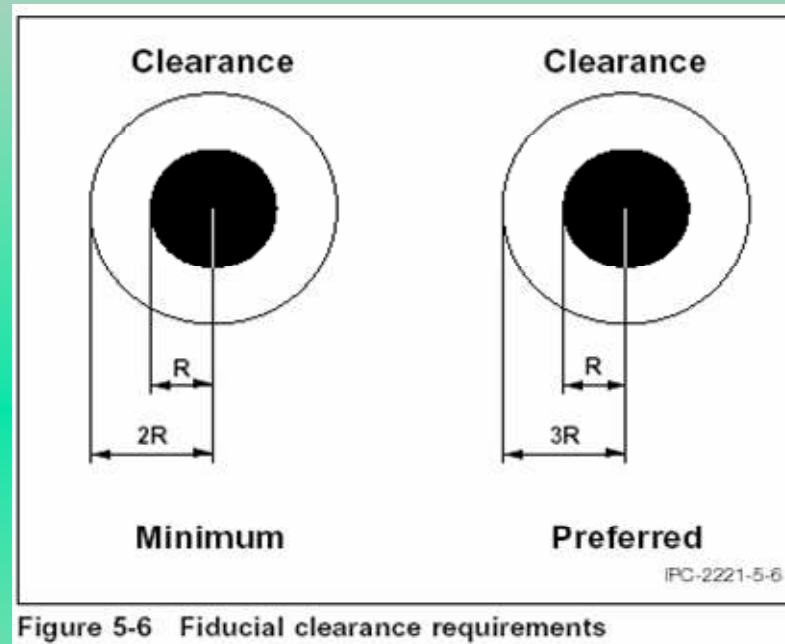
# ¿QUÉ SON LAS MARCAS FIDUCIALES?



Reconocimiento óptico y centrado de componentes

# MARCAS FIDUCIALES (I)

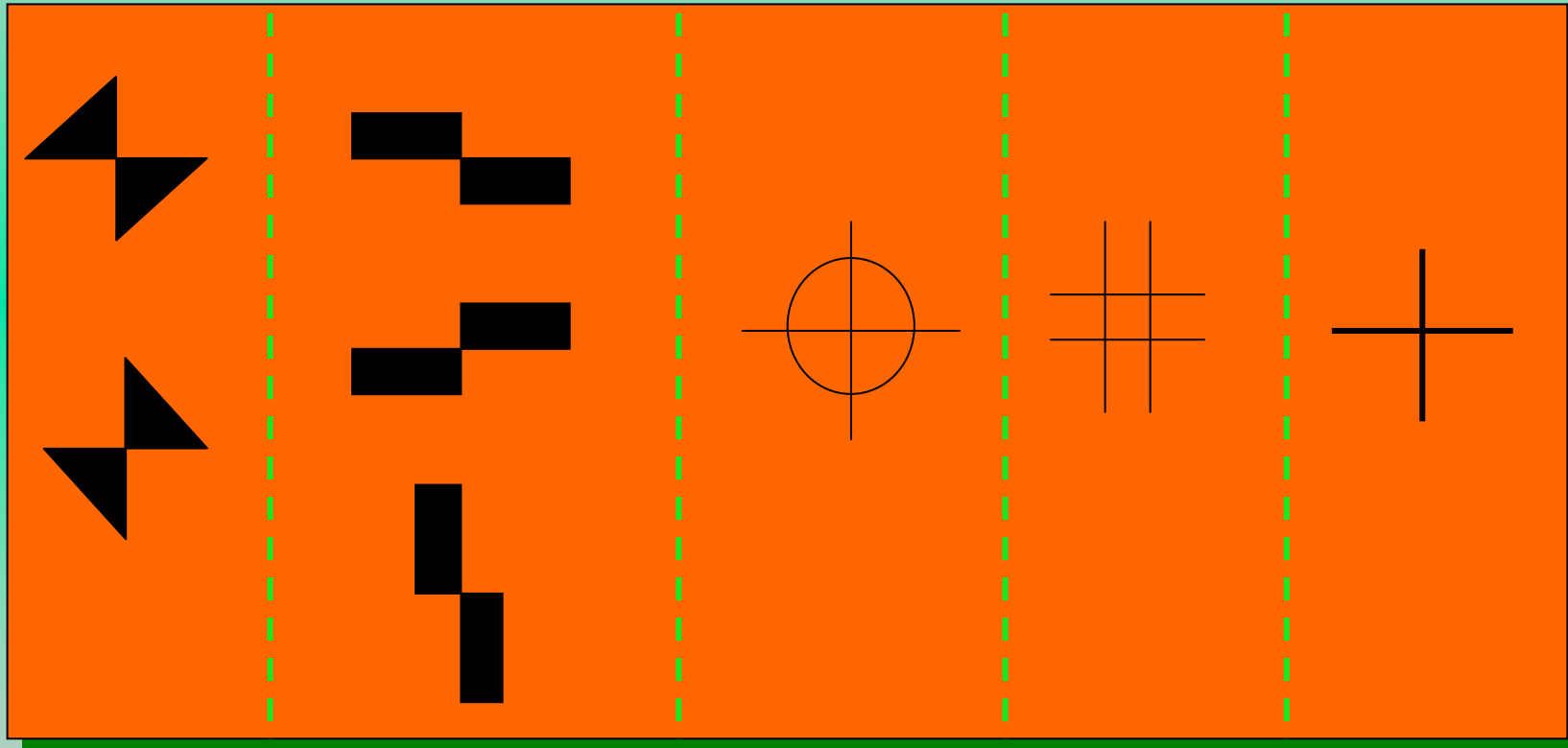
SMEMA (Surface Mount Equipment Manufacturer Association) estándar



- Las máquinas de pick&place necesitan como mínimo **dos** marcas fiduciales en los extremos de la diagonal mayor de la PCB para la corrección óptica.
- Los componentes son situados respecto a dichas marcas.

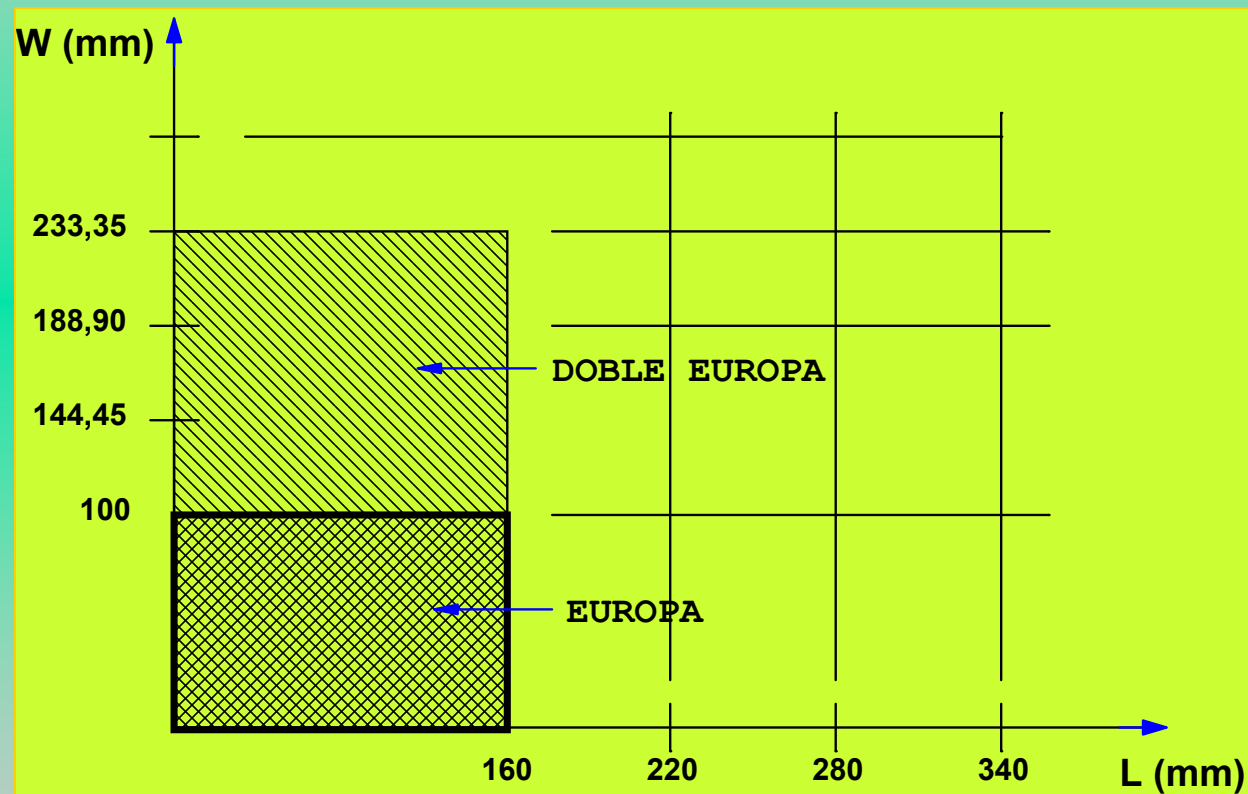
# MARCAS FIDUCIALES (II)

## Distintos tipos



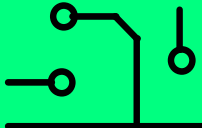
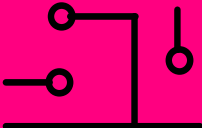
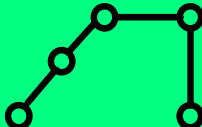
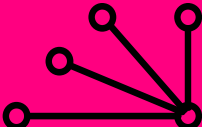






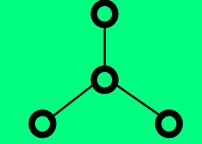

# Tamaños EUROCARD

Se parte del tamaño **Europa** (100 x 160 mm) aumentando de 60 en 60 mm a lo largo y de 44,45 mm a lo ancho.





# NORMAS DE TRAZADO

Bien	Mal
	
	
	
	
	
	

# BIBLIOGRAFÍA

Bueno Martín, Ángel y De Soto Gorroño, Ana I., **DESARROLLO Y CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPOS ELECTRÓNICOS –Tutoriales OrCAD 10 y LPKF 5 de ayuda al diseño**, Ed. Marcombo, Barcelona 2005.

